Aus der Abteilung für Zahnärztliche Chirurgie und Parodontologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. W. Schulte
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen
und der
Abteilung für Neuroradiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Voigt
des Medizinischen Strahleninstitutes der Universität Tübingen

Kiefergelenke und Kaumuskulatur im Computertomogramm
Vergleichende klinisch-röntgenologische Untersuchungen zu Funktionsstörungen im stomatognathen System

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Alfons Bernhard Hüls

aus Wesel am Rhein

1981

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Chirurgie und Parodontologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. W. Schulte
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen
und der
Abteilung für Neuroradiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Voigt
des Medizinischen Strahleninstitutes der Universität Tübingen

Kiefergelenke und Kaumuskulatur im Computertomogramm
Vergleichende klinisch-röntgenologische Untersuchungen zu Funktionsstörungen im stomatognathen System

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Alfons Bernhard Hüls
aus Wesel am Rhein

1981

Dekan: Professor Dr. G. Rassner
1. Berichterstatter: Professor Dr. W. Schulte
2. Berichterstatter: Professor Dr. K. Voigt

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145

Meinen Eltern

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Seite

A EINLEITUNG und AUFGABENSTELLUNG 1

B SCHRIFTTUMSÜBERSICHT

I. DAS STOMATOGNATHE SYSTEM

1. Aspekte der funktionellen Anatomie und Physiologie 4
2. Pathophysiologie: Die Myoarthropathie 6
3. Variationsbreite der morphologischen Ausprägung und Aspekte der Symmetrie des Kiefergelenks 8

II. KONVENTIONELLE RÖNTGENDIAGNOSTIK DES KIEFERGELENKS

1. Projektionsverfahren im sagittalen und schräg-sagittalen Strahlengang 10
2. Projektionsverfahren im lateralen und schräg-lateralen Strahlengang 11
3. Die Tomographie 13
4. Die Nahaufnahme 15

III. COMPUTERTOMOGRAPHIE

1. Entwicklung und Anwendungsgebiete in der Neuroradiologie 15
2. Computertomographie des Gesichtsschädels 17
3. Strahlenbelastung 18

C EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Aufbau des Schädelcomputertomographen SIRETOM 2000 21

II. Computertomographische Untersuchungen an mazerierten Schädelpräparaten 29

III. Untersuchungen bei Probanden ohne Funktionsstörungen des stomatognathen Systems 35

1. Lagerungstechnik und Einstellung reproduzierbarer Schichtebenen 36
2. Darstellbarkeit der einzelnen Gelenkstrukturen im Computertomogramm 42
3. Auswertung der Computertomogramme 50

IV. Möglichkeiten der computertomographischen Weichteildarstellung des stomatognathen Systems 59

V. Computertomographische Untersuchungen des Kiefergelenks an einem Patientenkollektiv mit Myoarthropathien

1. Untersuchungen an Myoarthropathiepatienten mit dem Befundmerkmal der seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite im schräg-lateralen Kiefergelenkröntgenbild 68
2. Untersuchungen an Myoarthropathiepatienten mit dem Verdacht auf sagittale Verlagerungen der Condylen(Kiefergelenkröntgenbild) 97
3. Zusammenstellung der Ergebnisse 102

		Seite
4.	"Synoptische" Darstellung ausgesuchter Fälle zur Verdeutlichung des Funktionszusammenhangs zwischen exzentrischer Okklusion auf der Schlifflächendominanzseite und dem Umbau des diagonalen Gelenks	105
VI.	Computertomographie des Kiefergelenks bei Einnahme exzentrischer Positionen des Unterkiefers	127
VII.	Weitere Beispiele für die Anwendungsmöglichkeiten der Kiefergelenkcomputertomographie	132
VIII.	Anwendungsmöglichkeiten und Ergebnisse der quantitativen Bildanalyse(Densitometrie) in der Kiefergelenkcomputertomographie	139
IX.	Diskussion	146
X.	Zusammenfassung	155
XI.	Literaturverzeichnis	158
XII.	Lebenslauf	178

A EINLEITUNG und AUFGABENSTELLUNG

Es gibt kein Gelenk des menschlichen Körpers, für das so viele unterschiedliche röntgenologische Einstellmethoden angegeben worden sind wie für das Kiefergelenk.

Dies ist zum einen Ausdruck für das große Interesse, das dem Kiefergelenk als ganz zentraler anatomischer Struktur in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde entgegengebracht wird. Überwiegend aber dokumentiert es die Schwierigkeiten, die sich aus der röntgentopographisch ungünstigen Gelenklage im Bereich der mittleren Schädelbasis, seiner Kleinheit und der ausgeprägten inter- und intraindividuellen morphologischen Variationsbreite ergeben.

Der Kliniker wird darüber hinaus vor allem durch den Umstand verunsichert, daß bei heftigsten Beschwerden der Patienten häufig überhaupt keine röntgenologischen Veränderungen objektivierbar sind, während sichtbar-ausgeprägte Veränderungen klinisch oft symptomlos bleiben.

Die Spezialprojektionsverfahren in lateraler Einstellung, die in den letzten Jahren in zunehmendem Maße und in vielfältigen Modifikationen angewandt worden sind, brachten auch keinen wirklich überzeugenden Fortschritt. Dies ist umso bedauerlicher, als die Zahl der sog. "Kiefergelenkpatienten" ständig zunimmt. Nach Karies und Parodontopathien nehmen die Myoarthropathien, also die Funktionsstörungen des stomatognathen Systems, heute bereits die dritte Häufigkeitsstelle ein (SCHULTE 1981).

Da das Kiefergelenkröntgenbild grundsätzlich als zweidimensionales Summationsbild eines dreidimensionalen Gegenstands zu interpretieren ist, können also die Einstellverfahren schon systembedingt immer nur einen Teil eines Gelenks annähernd wirklichkeitsgetreu abbilden, dabei wäre gerade die Möglichkeit des direkten Seitenvergleichs auf einer Aufnahme

ausgesprochen wünschenswert.

Unter der Vorstellung der funktionellen Wertigkeit des Kiefergelenks als "dreidimensional bewegliches Rezeptororgan" (SCHULTE 1967,1972a,1981)kommt darüberhinaus der Gelenkpositionsdiagnostik gegenüber dem Erkennen rein struktureller Veränderungen bei den häufigen Funktionsstörungen die entscheidende Bedeutung zu.
Mögliche Verlagerungen der Condylen sollen umfassend,d.h.in allen 3 Dimensionen erkannt werden.Dabei ist besonders darauf aufmerksam zu machen,daß translative Dislokationen bislang nur in seltenen Ausnahmefällen bildlich dargestellt worden sind.

Die modernen,mit mehrdimensionaler Verwischungstechnik arbeitenden konventionellen Tomographieverfahren haben zwar Fortschritte gebracht,aber die prinzipiell begründeten Schwierigkeiten der Tomographie werden doch speziell im Schädelbereich deutlich.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen,daß es bislang kaum gelungen ist,das zentrale Problem der "Weichteildarstellung im Gelenkbereich" einer Lösung näherzubringen.

Der englische Physiker HOUNSFIELD,dem es u.a. gelungen war, in England den ersten volltransistorisierten Computer zu bauen,entwickelte auch den ersten Computertomographen überhaupt,bei dem die gemessenen Absorptionswerte der durchstrahlten Objektelemente von einem Computer zum Bildaufbau benutzt werden.Er ging dabei von der Überlegung aus,daß bei der konventionellen Röntgentechnik nur ca.1% der möglichen Information im Bild erfaßt wird(HOUNSFIELD 1968).

Das neue Verfahren hat in wenigen Jahren die neuroradiologische Diagnostik geradezu revolutioniert und wird heute in zunehmendem Maße auch in der Diagnostik pathologischer Veränderungen im Bereich des Körperstamms eingesetzt(Ganzkörper-Computertomographie).

In der vorliegenden Untersuchung soll nun geklärt werden, ob die Computertomographie in der Kiefergelenkröntgendiagnostik sinnvoll einsetzbar ist.

Dabei sollen Antworten auf folgende Fragen gefunden werden:

1. Können beide Kiefergelenke im direkten Seitenvergleich beurteilbar abgebildet werden?
2. Kann speziell der mediale Gelenkraum so dargestellt werden, daß Lateralisationen des Unterkiefers eindeutig erkannt werden?
3. Sind räumliche Verlagerungen der Condylen in mehreren Ebenen häufig und bildlich dokumentierbar?
4. Was sind die Ursachen für die unterschiedliche craniale Gelenkspaltweite im schräg-lateralen Kiefergelenkröntgenbild?
5. Welche Möglichkeiten sind im Hinblick auf die "Weichteildarstellung" gegeben?
6. Wie äußert sich die Einnahme einer exzentrischen Okklusionsstellung im Kiefergelenk-Computertomogramm?
7. Welche weiteren Möglichkeiten bietet die Computertomographie speziell in der Diagnostik von Patienten mit Myoarthropathien?

B SCHRIFTTUMSÜBERSICHT

I. DAS STOMATOGNATHE SYSTEM

1. Aspekte der funktionellen Anatomie und Physiologie

Bis in die fünfziger Jahre herrschte vor allem im Deutschen Sprachraum im Rahmen der sogenannten "klassischen Artikulationslehre" eine sehr mechanisch orientierte Denkweise vor. Die Bedeutung der Muskulatur wurde kaum berücksichtigt (REICHENBACH 1965;HUPFAUF 1967).

In der Folgezeit entwickelte sich das funktionelle Denken immer mehr und man sah in beiden Kiefergelenken,den Zähnen mit Parodontien und Alveolarfortsätzen,der Muskulatur,den perioralen Weichteilen,den Speicheldrüsen und der zugehörigen neuro-vasculären Versorgung einschließlich der zentralnervösen Schalt- und Regelkreise anatomische Glieder eines Systems,das als funktionelle Einheit zu betrachten ist(JANKELSON 1953;BROWN u.READE 1963;ESCHLER 1963;PUFF 1963;HUPFAUF 1966;RAMFJORD u.ASH 1968;SCHULTE 197o,1972a,b;FRÖHLICH u. KÖRBER 197o).

Die damals geprägten Begriffe wie Kauorgan,Kausystem,Kauapparat oder mastikatorisches System,die den Eindruck einer lediglich auf den Kauakt bezogenen Beanspruchungsform erwecken,werden in jüngerer Zeit unter der Einwirkung der vor allem auf dem Gebiet der Neurophysiologie gemachten Fortschritte über die komplizierte peripher- und zentralnervöse Integration des Bewegungsapparates der Kopf-Hals-Region (KAWAMURA 1967;KAWAMURA et al.1967;GRIFFIN u.SPAIN 1972; MUNRO 1972;CLARK u.WYKE 1974;BRILL u.TRYDE 1974)in zunehmendem Maße von dem aus dem anglo-amerikanischen Sprachgebrauch stammenden Begriff des stomatognathen Systems abgelöst(SCHULTE 1981).

Das Kiefergelenk erfährt anatomisch durch die Einschaltung des Discus articularis mit seiner funktionellen Bedeutung als "Transportscheibe und Inkongruenzausgleicher"(GERBER 1978)

und der damit verbundenen Ausprägung von disco-temporalem Schiebe- und disco-mandibulärem Scharniergelenk dreidimensionale Bewegungsmöglichkeiten,deren biomechanischer Ablauf sich nach HJORTSJÖ(1969) aus verschiedener Rotationsbewegungen zusammensetzt.Er prägte die Begriffe "Tuberculumrotation, Capitulumrotation und balancierende Tuberculumrotation".

Besonders interessant ist die funktionelle Sonderstellung des M.pterygoideus lat.,der mit seinem oberen Bauch direkt an Kapsel und Discus inseriert.Dabei läßt sich entwicklungsgeschichtlich nachweisen,daß der mediale Discusanteil aus dem Material der Pterygoideussehne gebildet wird(MOFFET 1957). Histogenetisch sind die Anteile des Kiefergelenks mit Ausnahme des Discus ebenso wie die Odontoblasten neuro-ektodermaler Herkunft und entstehen aus eingewandertem Neuralleistenmaterial(BAUTZMANN 1969;JOHNSTON 1966).

Die neuro-muskuläre Führung des Kiefergelenks(PUFF 1963, 1968)und die Wirkung eines jeden am Unterkiefer ansetzenden Muskels in allen drei Schädelebenen(ESCHLER 1960)bilden die Grundlage für die differenzierten Bewegungsmöglichkeiten des Unterkiefers im Dienste von Sprache,Psychomotorik und Kommunikation,Aufgaben der Mastikation treten bei einer funktionellen Ganzheitsbetrachtung in den Hintergrund.Deshalb spricht PUFF(1963)auch von einem "spezifisch menschlichen Kiefergelenk".

Die Gelenke als Teile der "stomatognathen Sinnessphäre" (MÜHLBRADT 1978) haben nach SCHULTE(1968,1970,1972a,1981) die Wertigkeit von "dreidimensional beweglichen Rezeptororganen" bzw. von "hochsensiblen Positionsorganen"(GRABER 1972), die über ihre afferente Innervation ständig Lage- und Bewegungsinformationen an das ZNS leiten.Sowohl neuro-anatomische Nachweise der reichen Kiefergelenkinnervation als auch neuro-histologische Beschreibungen der verschiedenen receptiven Strukturen dokumentieren das morphologische Substrat der proprioceptiven Funktionen(THILANDER 1964;KAWAMURA u. MAJIMA 1964;HROMADA 1960;WYKE et al.1972).

Funktionell-anatomisch sind zur Erfassung der als "Orthozenitlage"(GERBER 1978) bezeichneten korrekten Positionierung des Condylus im Zentrum der Fossa articularis - bei maximaler Interkuspidation - zwei Betrachtungsweisen notwendig. Einmal die vorwiegend strukturbiologische,die in der Definition der statisch-anatomischen und der anatomisch-dynamischen Norm(GERBER 1970,1971,1973) ausgedrückt wird.Sind diese Normen erfüllt "werden die Gewebe im und um den Gelenkraum durch Kontaktbewegungen weder traumatogen komprimiert noch auseinandergezerrt(distrahiert)"(GERBER 1971).
Zum anderen die neurophysiologische,nach der das von einer Vielzahl von zentralnervösen Reflexverbindungen programmierte Koordinationsmuster der Muskulatur intakt sein muß.

2. Pathophysiologie: Die Myoarthropathie

Im Vergleich zu den primären Kiefergelenkerkrankungen spielen heutzutage die Funktionsstörungen des stomatognathen Systems die eindeutig dominante Rolle,deren vielfältige Erscheinungsformen mit den Kardinalsymptomen Schmerz und Functio laesa unter dem Oberbegriff der Myoarthropathie zusammengefaßt werden.

Veränderungen der dentalen Kontaktbeziehungen,Störungen des psycho-emotionalen und psycho-vegetativen Wohlbefindesns werden zu Triggerfaktoren für das Auftreten von Parafunktionen - "unbewußten,stereotyp sich wiederholenden Bewegungsabläufen von Muskelgruppen ohne physiologische Funktion"(FRÖHLICH 1966) - deren essentielle Bedeutung in der Pathogenese der Myoarthropathien anerkannt ist(HUPFAUF 1963;FRÖHLICH 1966; SCHULTE 1966,1970,1972,1981;GRABER 1971a,b,1972,1980;KRASZNAY v. u.KULMER 1974;LANGEN 1980) und auf die auch speziell aus parodontologischer Sicht immer wieder hingewiesen wird (ENGELBERGER et al.1960;RATEITSCHAK et al.1966;RATEITSCHAK, RENGGLI,MÜHLEMANN 1978).

Diese Parafunktionen werden sowohl tagsüber als auch nachts und vorwiegend unbewußt ausgeübt(DRUM 1950,1960;NADLER 1957; RAMFJORD 1961;ESCHLER 1961;SCHULTE 1966;SCHÄRER 1974).

Neben diesen rein psychomotorisch-funktionell ausgelösten Myoarthropathien - etwa 85% aller Fälle - kann das allen Funktionsstörungen gemeinsame pathische neuro-muskuläre Erregungsmuster auch odontogen(Bsp.:retinierter oberer Weisheitszahn),rhinogen(Bsp.:chron.Nebenhöhlenentzündung),neurogen, arthrogen,traumatogen oder sekundär-funktionell(Bsp.:HWS-Syndrom) entstehen(SCHULTE 1977).

Gelenkbezüglich betrachtet ist besonders das hohe traumatische Potential der extremen Condyluspositionen bei Einnahme des Kongruenzkontaktes exzentrischer Schlifflächen von Bedeutung.Diese finden sich vornehmlich an den Front- und Eckzähnen sowie an den Prämolaren.
GRABER(1980) weist darauf hin,daß Patienten mit Parafunktionsmustern in dieser Region häufig an Störungen in der Ableitung aggressiver Impulse leiden,wobei daran zu erinnern ist, daß der fronto-laterale Bereich phylogenetisch als ehemalige Kampfzone des Gebisses zu verstehen ist(GRABER 1971a;SCHULTE 1981).

Ständige Lateroprotrusionsbewegungen führen zu einer Überentwicklung der protraktorisch wirkenden Muskulatur und zum klinischen Bild der Diskoordination/Subluxation,das mit etwa 70% der Fälle den häufigsten Myoarthropathietyp darstellt (SCHULTE 1980).In fortgeschritteneren Fällen entwickelt sich eine Diskoordination mit beginnender Limitation und schließlich die Limitation.

Verlagerungen der Condylen bei Myoarthropathien sind insgesamt häufig und speziell beim translativen Typ oft besonders schmerzhaft(SCHULTE 1981).

Nach GERBER(1978a,b) werden folgende Pathopositionen des Condylus in Relation zur Fossa unterschieden: Pathozenitlage mit Kompression,Pathoextensionslage,Patho-Anterior-unten-Lage,Patho-dorsal-caudal-Lage,Patho-Translation.

GAUSCH u.KULMER(1976) unterschieden Pathopositionen,die der Condylus durchaus auch im Rahmen einer normalen Gelenkfunktion einnehmen kann und solche,die "funktionell nicht erreichbar erscheinen" und die stets mit einer Schädigung des Kapsel-Bandapparates oder einer Discuskompression einhergehen.

KLEINROK u.KOBYLECKA(1978) erweiterten die Einteilung von GERBER und wiesen darauf hin,daß häufig Verlagerungen in mehreren Richtungen vorkommen.

3. Variationsbreite der morphologischen Ausprägung und Aspekte der Symmetrie des Kiefergelenks

MÜLLER wies 1934 in craniometrisch-stereographischen Untersuchungen an 100 Schädelpräparaten nach,daß in bezug auf die Frankfurter Horizontale keine Asymmetrie der Kiefergelenke in der vertikalen Dimension meßbar ist.Gegenüber einer senkrecht zur Mediansagittalebene gewählten Bezugsebene ist eine "horizontale Asymmetrie" von durchschnittlich 2,4 mm nachweisbar(Meßpunkte: tiefster Punkt der Fossa und höchster Punkt des Tuberculum articulare).

YALE et al. beschäftigten sich eingehend mit der Variationsbreite der morphologischen Ausprägung des Proc.condylaris. Nachdem sie zunächst 1963(YALE,CEBALLOS,KRESNOFF,HAUPTFUEHRER) in der flachen,konvexen,abgewinkelten und runden Form vier Grundtypen beschrieben hatten,die sich auf den superioren Konturverlauf des Condylus bezogen,unterschieden sie 1966 (YALE,ALLISON,HAUPTFUEHRER) in einer Untersuchung an insgesamt 3.008 Gelenkfortsätzen 32 verschiedene morphologische Typen unter Einbeziehung der unterschiedlich ausgeprägten anterio-

ren und posterioren Anteile.
Zu dieser interindividuellen Variation kommt noch die intraindividuelle.Vollkommen symmetrische Verhältnisse,z.B. definiert durch den horizontalen Condylenwinkel,waren nur in 48.1% der Fälle nachweisbar.
YALE(1969) machte in diesem Zusammenhang auf Möglichkeiten der Fehldeutung von Röntgenbildern aufmerksam.

TÖRÖK(1899) bzw. AMER(1952) gaben nach umfangreichen Messungen für den Winkel zwischen Condyluslängsachse und einer Transversalebene einen Mittelwert von rechts 19.1°(AMER 22.9°) und links 15.7°(AMER 19.3°) an.Der Intercondylarwinkel betrug im Mittel 145.4°(AMER 136°).
Weitere Detailangaben zur Metrik und Morphologie von Fossa, Condylus und Tuberculum articulare sind bei LINDBLOM(1960) nachzulesen.

Im Hinblick auf die Gestaltung der Fossa sei auf die von PARMA geprägten Begriffe der offenen und geschlossenen Gelenkform hingewiesen(HAUSSER 1951).Die geschlossene Gelenkform entsteht durch die Prominentia arcus zygomatici,die in einigen Fällen die Gelenkwalze lateral mehr oder weniger tief überragt.

Morphometrische Studien,die sich speziell auch mit dem Discus articularis befassen,sind von THANABHUMI(1964),HANSSON et al.(1977) sowie von HANSSON und NORDSTRÖM(1977) bekannt.
An sagittalen Schnittpräparaten wies THANABHUMI nach,daß entsprechend der funktionellen Beanspruchung die dünnste Discusstelle in 96% etwa in der Mitte des Tuberculumabhangs liegt.
Die im Bereich des Pfannendachs meist vorhandene größte Discusdicke beträgt im Schnitt 2,71mm.
Die Weichteilbedeckung,bestehend aus Faserschicht und stellenweise unterlagertem Knorpelmaterial,zeigt hier condylär eine Dicke von 0,45mm und temporal von 0,66mm.

II. KONVENTIONELLE RÖNTGENDIAGNOSTIK DES KIEFERGELENKS

1. Projektionsverfahren im sagittalen und schräg-sagittalen Strahlengang

Die angegebenen Methoden im sagittalen und schräg-sagittalen Strahlengang basieren im wesentlichen auf zwei Überlegungen, die störenden Überlagerungsphänomene der stark schattengebenden Strukturen der Schädelbasis zu umgehen. Zum einen werden die Gelenke in Orbitae oder Antrum projiziert oder durch Vortreten des Condylus auf das Tuberculum articulare wird eine günstigere röntgen-topographische Situation geschaffen.

In diesem Zusammenhang gehören die Verfahren nach CLEMENTSCHITSCH, ZIMMER, HOFRATH, GRANT, ZANELLI, LYSHOLM und TVEITO. Kurz hervorgehoben sei die Methode nach CLEMENTSCHITSCH (1941), die im Gegensatz zu der von ZIMMER (1941) beide Kiefergelenke im median von suboccipital nach frontal verlaufenden Strahlengang bei maximal geöffnetem Mund darstellt. Die Gelenkköpfchen sind in ihrer gesamten latero-medialen Ausdehnung und in ihrer Beziehung zur Collumbasis beurteilbar, was vor allem für die Diagnostik von Collumfrakturen von Bedeutung ist.

TVEITO (1977) verweist auf die Notwendigkeit der dreidimensionalen Darstellung. Als Ergänzung zur transversalen Projektion stellt er, ähnlich wie BEAN et al. (1975), ein Verfahren vor, das im transantralen Strahlengang jeweils ein Kiefergelenk in der Frontalebene abbildet. So entstehen Abbildungen in zwei fast senkrecht aufeinander stehenden Ebenen, ein röntgendiagnostisches Prinzip, das beispielsweise für die Frakturdiagnostik obligat ist (SCHWENZER 1977).

2. Projektionsverfahren im lateralen und schräg-lateralen Strahlengang

PORDES(1916) wählte den transfacialen Strahlengang,um durch die Incisura semilunaris der einen Seite hindurch das kontralaterale Gelenk bei geöffnetem Mund darzustellen.HAUBERISSER (zit.nach PARMA 1929) verstärkte ähnlich wie CIESZYNSKI(1926) die ventro-caudal exzentrische Einstellung von PORDES und visierte durch die Wange das abliegende Gelenk an,eine Methode,die noch 1960(a) von HIELSCHER besonders hervorgehoben wurde.
Bei den transfacialen Einstellungen erwähnt CLEMENTSCHITSCH (1960) noch summarisch die Methoden von ALBERS-SCHÖNBERG, EISLER,HÄNISCH,ALGEOGYI und WIESNER.

Durchsetzt der Zentralstrahl die Kalotte und trifft von cranial auf die Schädelbasis,spricht man von transcranieller Projektion.
Die älteste dieser Methoden ist die von SCHÜLLER(1905),der primär für die Otologie die Darstellung der Schläfenbeine verbessern wollte.In der durch beide Gehörgänge gedachten Frontalebene wird der Tubus um 30° nach cranial ausgelenkt - SHORE(1959) empfahl einen 25°-Winkel.Das Bild zeigt jeweils eine Aufsicht auf den Condylus und ist am besten geeignet, retrale Malpositionen(HIELSCHER 1962;KUNDERT 1976) und die insgesamt seltene zentrale Luxation zu erkennen.

In jüngerer Zeit werden in der Zahn-,Mund- und Kieferheilkunde häufig Mittelwertverfahren im schräg-lateralen Strahlengang zur Kiefergelenkdiagnostik angewandt(UPDEGRAVE 1974). Diese erlauben die Darstellung von Condylus,Fossa,Tuberculum articulare und der Condylus-Fossa-Relation in "approximativer Symmetrie" (CRADDOCK 1953).
Letztlich gehen alle derzeit bekannten Verfahren dieser Gruppe auf das Konzept von LINDBLOM(1936) zurück,der die Berücksichtigung des Neigungsgrades des Pfannendachs im lateralen Anteil sowie des Winkels zwischen Condyluslängsachse und und Mediansagittalebene zur Grundlage seines Verfahrens mach-

te.Er empfahl einen kombiniert cranial- und dorsal-exzentrischen Strahlengang von jeweils 15° bei raumhorizontaler Ausrichtung der Camper'schen Ebene(LINDBLOM 1960).

LEIBENZEDER(1971) weist darauf hin,daß von HIGHLEY,GREWCOCK und DONOVAN Einstellverfahren angegeben worden sind,bei denen die Frankfurter Horizontale parallel zum Boden ausgerichtet wurde.

EGLI(1972) betont den Wert des LINDBLOM-schen Verfahrens für die tägliche Praxis und auch SCHULTE(1981) empfiehlt diese Technik speziell zur Gelenkpositionsdiagnostik.

PALLA(1976) entwickelte eine Mittelwertprojektion mit Hilfe einer Bildverstärkerröntgenanlage,die eine "individuelle Projektion" erlaubt.Er gab an,bei einer 22°-cranial- und 10°-dorsal-exzentrischen Einstellung seien 81% der Gelenkaufnahmen gut bis sehr gut "lesbar" ,eine röntgenologische Diagnose von Condylenfehlpositionen sei aber nur in sagittaler Richtung mit hinreichender Sicherheit möglich.Dabei können Veränderungen ab etwa 0,5mm vom unbewaffneten Auge mit mit Sicherheit erkannt werden(KUNDERT und PALLA 1977).
Auch GEERING(1975);WEINBERG(1973);PALLA(1973;1977);KUNDERT und PALLA(1977) weisen darauf hin,daß Veränderungen in der Frontal- und Transversalebene kaum zuverlässig erkannt werden können,selbst wenn verschiedene Einstellungen kombiniert werden.

STACHNISS et al.(1979a) kamen in einer röntgenologisch-fotographischen Vergleichsstudie zu dem Ergebnis,daß "von Kiefergelenkröntgenbildern sagittale Meßwerte direkt verwendbar seien,für vertikale gelte dies nur mit Einschränkung".
Auf die Kenntnis der wichtigsten Projektionsphänomene,die sich z.T. in einem sichelförmigen,mehr anterior oder dorsal gelegenen Schattenwurf im Bereich des Gelenkdachs äußern oder auch zu einer Veränderung des anterioren Condylenrandes in Abhängigkeit von der Dorsalprojektion führen,wird hingewiesen(STACHNISS et al.1979b;1980).

Die gelenkzentrierte Unterkieferlage kann nach WEINBERG(1978) röntgenologisch objektiviert werden.Wenn in dem von ihm angegebenen Auswertungsschema vordere(AJS) und hintere(PJS) Gelenkspaltweite,die die sog. "Diagnostic Area" einschließen, gleich groß sind,steht der Condylus zentriert.

Die Ergebnisse WEINBERG's wurden 1980 von KUBEIN et al. bestätigt.Sie kamen experimentell zu dem Ergebnis,daß nur ein craniales Bogensegment von ca.50-70° Bogenbreite korrespondierende Punkte von Condylus und Fossa darstellt,alle "anderen Konturen entstehen durch Strahlenabsorption in verschiedenen Schichttiefen".

3. Die Tomographie

Das gedankliche Konzept,Körperebenen in einem Röntgenschichtbild überlagerungsfrei darzustellen und dessen erste apparative Realisierung,gehen auf die Franzosen BOCAGE (1922) und PORTES(1922) zurück.

Über eine kiefergelenkbezogene Anwendung eines mit rein linearer Verwischung arbeitenden Tomographieverfahrens berichten zum ersten Mal PETRILLI(1939) sowie MATHIS und HAMMER (1941).

Die Entwicklung mehrdimensionaler Verwischungsarten und die damit verbundene Reduktion gerichteter Störschatten führten schnell zu einem relativ hohen Maß an Detailerkennbarkeit dieser Bilder,was als Voraussetzung für die gezielte Anwendung in der Schädeldiagnostik zu betrachten ist(REISNER et al. 1973).

Es wird nun möglich,korrespondierende Teile von Condylus und Fossa unverzeichnet bildlich darzustellen(SETZ u.SCHOLZ(1965); GÄRTNER(1972);MARKOVIC u.ROSENBERG(1976);FAIVOVICH u.OMNELL (1977);ROZENCWEIG u.MARTIN(1978).

ECKERDAL(1979) weist aber auch auf die interpretativen Probleme des Schichtbildes und die Möglichkeit der Vortäuschung oder Nichterkennung pathologischer Prozesse hin.Er warnt insgesamt vor einer Überschätzung.
Auch REISNER et al.(1973) betonen etwa die verminderte Detailerkennbarkeit dünner Knochenstrukturen(z.B. Orbitaboden), die in Abhängigkeit von der Dichte der umgebenden Strukturen sehr unterschiedlich zur Darstellung kommen können.

Speziell in der Kiefergelenksituation mit ihren auf kleinstem Raum stark gewölbten anatomischen Strukturen,der ausgeprägten morphologischen Variationsbreite sowie den extremen Dichteunterschieden Temporalknochen-Gelenkknorpel-Knochen des Gelenkfortsatzes werden die schon physikalisch definierbaren Grenzen(Tangentialphänomen) spürbar.Tomographien in lateraler,frontaler und axialer Einstellung sind ebenso wie Funktionstomogramme möglich(REISNER et al. 1973).

Die heute im poliklinischen Routinebetrieb häufig hergestellten Panoramaschichtaufnahmen besitzen in der Gelenkdiagnostik nur eine Bedeutung im "Sinne einer ersten Orientierung" (FREITAG 1977).
Auch Modifikationen,wie die exzentrische Einstellung(JACOBS 1977),können die Spezialaufnahmen der Gelenke nicht ersetzen.

Die Panoramavergrößerungstechnik liefert keine Gelenkdarstellungen ausreichnder Qualität(ROTTKE u.FUHRMANN 1980).

FRENKEL(1963) kombinierte die laterale Tomographie mit der intraarticulären Gabe von Kontrastmittel.Er fand bei 16 von insgesamt 60 Patienten mit dem Leitsymptom des intermediären Gelenkknackens Veränderungen des Kontrastmittelreliefs.

4. Die Nahaufnahme

PARMA(1937) führte das Prinzip der Nahaufnahmetechnik in die zahnärztliche Röntgendiagnostik ein.

Durch möglichst nahes Heranrücken des Focus der Röntgenröhre an das filmferne Gelenk wird erreicht,das filmnahe Gelenk in annähernd naturgetreuer Größe(ZIMMER 1941) und gut konturiert darzustellen,während das filmferne Gelenk stark vergrößert sowie struktur- und konturunscharf zur Abbildung kommt.
Aus der Notwendigkeit,die Schädelbasis und die ventralen Anteile der Halswirbelsäule zu "umgehen",sollte diese Aufnahme entweder bei geöffnetem Mund oder in einem kombiniert caudal- und ventral-exzentrischen Strahlengang(STEINHARDT 1955) gemacht werden.

III. COMPUTERTOMOGRAPHIE

1. Entwicklung und Anwendungsgebiete in der Neuroradiologie

"Die Entwicklung der (klassischen)Röntgendiagnostik zur Computertomographie gilt als die bedeutendste Erfindung auf diesem Gebiet seit der Entdeckung der Röntgenstrahlen(1896)", (GRAUL u.MARISS,1980).

Der Amerikaner Allen M.CORMACK veröffentlichte 1963 eine geschlossene Theorie zur Konstruktion sog. "Röntgenquerschnittbilder",ein Verfahren,das anfangs auch als Tomometrie bezeichnet wurde.

Der englische Physiker HOUNSFIELD entwickelte ein praktisch einsetzbares Gerät und stellte 1973 den ersten computerisierten "Transversal-Axial-Scanner" vor(HOUNSFIELD et al.1973).

Über erste klinische Anwendungen des Verfahrens in der Neuroradiologie berichtete AMBROSE(1973).Damals gelang beispiels-

weise eine röntgenologische Direktdarstellung eines Hirninfarktes.Die bildliche Sichtbarmachung pathologischer cerebraler Prozesse ist nun ohne Belastungen des Patienten möglich, und schnell wird auch auf die Bedeutung von Verlaufsbeobachtungen als Grundlage einer zuverlässigen Diagnose hingewiesen(AMBROSE 1974;MASDEN et al.1977).

VOGLER(1979) betont,daß "innerhalb weniger Jahre die neuroradiologische Diagnostik revolutioniert worden ist".

Eine Spezialisierung in zwei Hauptrichtungen hat sich heute bereits vollzogen,nämlich einmal in die Schädel-Computertomographie und zum andern in die Ganzkörper-Computertomographie,für die schon Geräte der sog. "4.Generation" zur Verfügung stehen(FELIX u.RAMM 1980).

Die Lagerungstechnik des Patienten und die Einstellung der gewünschten Schichtebene wird durch die Anwendung der kippbaren Abtasteinheit(Gantry) wesentlich erleichtert und hat sich in der Praxis bewährt(STOETER u.SCHUMACHER 1980).

Indikationsbereiche für das Schädel-CT bilden nahezu alle organischen Hirnerkrankungen.PIEPGRAS(1977) weist darauf hin, daß nicht nur lokalisatorische,sondern insbesondere auch eine Vielzahl artdiagnostischer Informationen dabei eruierbar sind.Beispielsweise berichten NIENDORF et al.(1977),daß von 155 histologisch gesicherten Tumoren 99% computertomographisch nachgewiesen waren.Der Prozentsatz der richtigen Tumorartdiagnose betrug bei Meningeomen 84% und bei Glioblastomen 83%.

Spezielle Ergebnisse in der Diagnostik neuro-traumatologischer Krankheitsbilder sind bei LANKSCH,GRUMME u.KAZNER (1978),GRUMME u.LANKSCH(1979) sowie AUER et al.(1979) nachzulesen.

2. Computertomographie des Gesichtsschädels

Das Prinzip der überlagerungsfreien,gleichzeitigen Darstellung von Weichteilen und ossären Strukturen unabhängig von ihrer topographischen Lage führt zu der zunehmenden Bedeutung der Computertomographie in der Abklärung von pathologischen Prozessen der verschiedenen Anteile des Gesichtsschädels.

LOHKAMP et al.(1977) fordern,die neue Methode gezielt anzuwenden und "als ergänzende wie auch weiterführende Untersuchungsmethode kritisch synoptisch in die herkömmliche klinisch-endoskopische Diagnostik des Gesichtsschädels zu integrieren".

Die Orbitae stellen einen "idealen Untersuchungsgegenstand" (WENDE,KAZNER u.GRUMME 1979) für die Computertomographie dar. Die diagnostische Genauigkeit liegt hier zwischen 90 und 95%.

MÖDDER et al.(1979) heben die für den Operateur einprägsame Bildgebung besonders hervor und beschreiben ausführlich die computertomographische Anatomie des pharyngealen Raumes.

HAUENSTEIN et al.(1978) untersuchten die Aussagefähigkeit der Computertomogramme bei Tumoren im Unterkiefer-,Mundboden- und Zungenbereich und betonen den hohen Informationswert vor allem auch in der Darstellung regionärer Lymphknotenmetastasen,die nicht mehr palpabel waren.

Speziell in der Onkologie wird durch die verbesserte Erkennung der Ausdehnung des Tumors etwa in den Retromaxillarraum,die Orbitae oder den naso-ethmoidalen Winkel,durch gezielter mögliche Therapieplanung unter Einbeziehung der Strahlentherapie und durch die Möglichkeiten der Verlaufskontrolle eine neue diagnostische Dimension geschaffen(GRABBE,HELLER u. BÖCKER 1979).

Systematische Untersuchungen,die sich speziell mit der CT-Diagnostik des Kiefergelenks beschäftigen,sind bislang nicht bekannt.
Lediglich WEGENER et al.(1978) berichteten über Untersuchungen an einem Schädelpräparat,die mit einer 13mm-Schichtung durchgeführt und lediglich in der Transversalebene gemacht wurden.
Außerdem gelang es ihnen,bei zwei Fällen einer Gelenkfortsatzfraktur die Lage des dislozierten Fragments computertomographisch anzugeben.

3. Strahlenbelastung bei der Computertomographie

In der Röntgendiagnostik hat die Computertomographie den Charakter eines dosissparenden Verfahrens,weil die Strahlung streng auf die abzubildende Schicht beschränkt bleibt und durch den hohen Informationsgehalt Untersuchungen mit starker Belastung wie Angiographie oder beispielsweise Pneumencephalographie oft überflüssig gemacht werden(LINKE,PAULI u. PFEILER 1976).

KRAUSS und SCHUMACHER(1976) fanden bei Messungen am CT-Gerät Delta-Scan 50 mit Hilfe von Lithiumfluoriddosimetern und am Alderson-Phantom bei der Einschichtaufnahme des Rumpfes eine Hautoberflächendosis auf der Eintrittsstelle von 1,2rd und auf der Austrittsseite von 90mrd.Bei einer Untersuchungstechnik von fünf nebeneinander liegenden Schichten im Oberbauch haben sie maximale Gewebedosen an der Eintrittsseite von 1,8rd,in der Körperachse von 700mrd und nahe der Austrittsseite von 250mrd gemessen.Die Gonadenbelastung lag unter 2-4mrd.Die Streustrahlung im Raum betrug bei Patientenuntersuchungen max. 0,2mR/Scan bzw. 0,03mR/Scan für einen Abstand von einem bzw. zwei Metern vom bestrahlten Körperquerschnitt.

EWEN(1979) ermittelte ebenfalls am Delta-Scan 50 eine mittlere Oberflächendosis(Doppelschicht von je 13mm) von 663mrd.

Vergleichsweise kann die Oberflächendosis(Linsendosis) bei einem Carotisangiogramm bis zu 13rd betragen.

PAYNE(1979) bestimmte das Verhältnis der Strahlenbelastung von Mehrfach-/Einzelschicht sowohl bei Ganzkörper- als auch bei Schädel-CT's,deren Werte insgesamt etwas höher lagen. Bei letzteren betrug das Verhältnis M/E 1,75(8mm-Schicht) und 1,90(4mm-Schicht).Beim Ganzkörper-CT 1,54(8mm-Schicht).

Über Messungen am Schädelgerät SIRETOM berichten LINKE et al. (1976).Vgl.Abb.1!

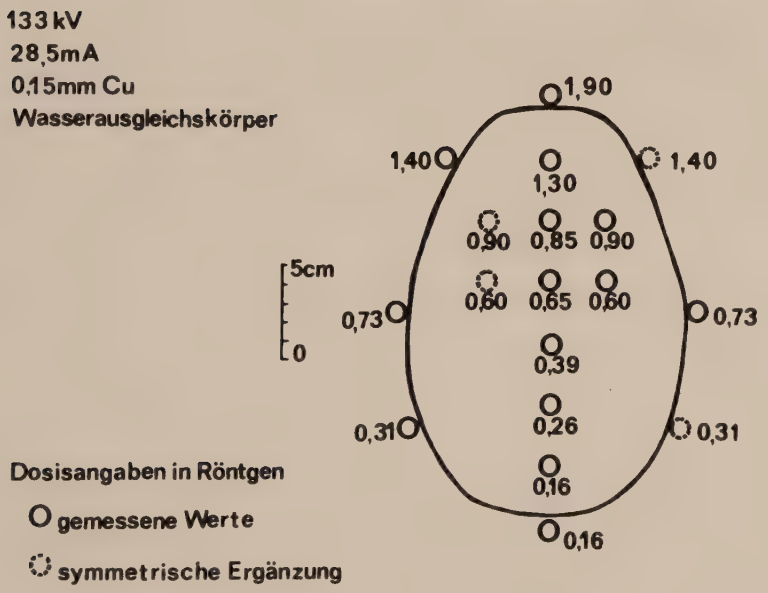


Abb.1: Dosisverteilung in einem Alderson-Phantomschädel für ein Transversal-Computertomogramm.
(Nach LINKE et al.1976)

Die Werte wurden mit Lithiumfluoriddosimetern und am Alderson-Phantomschädel,der in einem Wasserausgleichskörper gelagert war,ermittelt(Verwendung eines 0,15mm Kupferfilters).

Insgesamt sind die Belastungswerte bei einer Schädeluntersuchung mit der Darstellung von 1o Schichten etwas geringer zu veranschlagen als bei konventioneller Röntgendarstellung des Schädels a-p und seitlich.Dabei ist prinzipiell das Verhältnis diagnostische Möglichkeit zu Strahlenbelastung bei der CT besser als bei allen anderen röntgendiagnostischen Verfahren.

C EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Aufbau des Schädelcomputertomographen SIRETOM 2000

Der Schädelcomputertomograph SIRETOM 2000(Fa.SIEMENS) der Abteilung für Neuroradiologie im Medizinischen Strahleninstitut der Universität ist etwa seit Mitte 1978 in der Chirurgischen Universitätsklinik installiert und in Betrieb.

Sein technischer Aufbau läßt sich grob in 4 Elemente aufgliedern.(Vgl.auch Abb.3 u.4).

1. Das Untersuchungssystem,zu dem die stufenlos von -25° - +20° kippbare Abtasteinheit(Gantry) und der Patientenlagerungstisch gehören.

2. Der Hochspannungsteil mit Hochspannungserzeuger(Generatorleistung:1o2-150kV),Kühlaggregat,Röntgenstrahler und Generatorsteuer- sowie Geräteleistungseinheit.

3. Das Rechnersystem für den Bildaufbau,bestehend aus 3 freiprogrammierbaren Rechnern: dem Steuerrechner,dem Datenerfassungsrechner und dem Bildaufbaurechner.

4. Der Bedien- und Auswerteplatz mit Bedienpult,Schwarz-weiß-Fernsehsichtgerät,Dialogstation und Archivierungsmöglichkeiten durch Polaroidkamera,Video-Spot-Anlage,Floppy-Disk-Doppellaufwerk und Magnetband.

Der SIRETOM 2000 ist ein Computertomograph der zweiten Generation,d.h. in fixer Kopplung mit dem Röntgenstrahler befindet sich ein Detektorsystem und nicht mehr ein Einzeldetektor wie bei den Geräten der ersten Generation.Es besteht aus 32 Halbleiterdetektoren aus Cäsiumjodid.

Mittels des Translations-Rotationsprinzips wird bei jedem Scanvorgang simultan eine Doppelschicht von je 5 oder 10mm

Dicke linear abgetastet.

Ein schmales, auf 7.2^{o} kollimiertes Röntgenstrahlenbündel durchsetzt fächerförmig die gewählte Schichtebene und wird von den Detektoren in Form von Absorptionsprofilen registriert. (Vgl. Abb. 2).

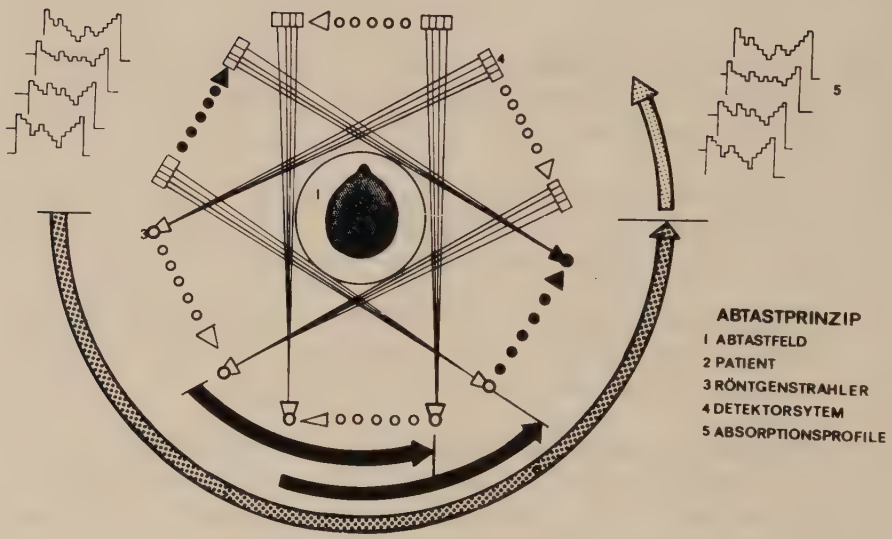


Abb.2: Schematische Darstellung des Translations-Rotations-Abtastprinzips.
Dies wird bei den Computertomographen der 2.Generation angewandt.

Durch Wiederholung der linearen Abtastbewegung nach Rotation des Röhren-Detektorsystems um jeweils etwa 7^{o} wird die Schicht aus verschiedenen Projektionsrichtungen im Bereich zwischen 0^{o} und 194^{o} durchstrahlt.

Pro Schicht werden schließlich über 400 Absorptionsprofile meßtechnisch erfaßt und an den Digitalumwandler weitergegeben. Die Zahl der Einzelmeßwerte/Schicht beträgt je nach Programmwahl minimal 450.000 und maximal 2.100.000.

Die Detektorsignale werden nun von einem Präzisions-Analog-Digitalumwandler digitalisiert und anschließend in den Sortierspeicher eingegeben.

Abb.3 veranschaulicht den Datenfluß beim Bildaufbau wie er simultan zum Scanvorgang jeweils abläuft.

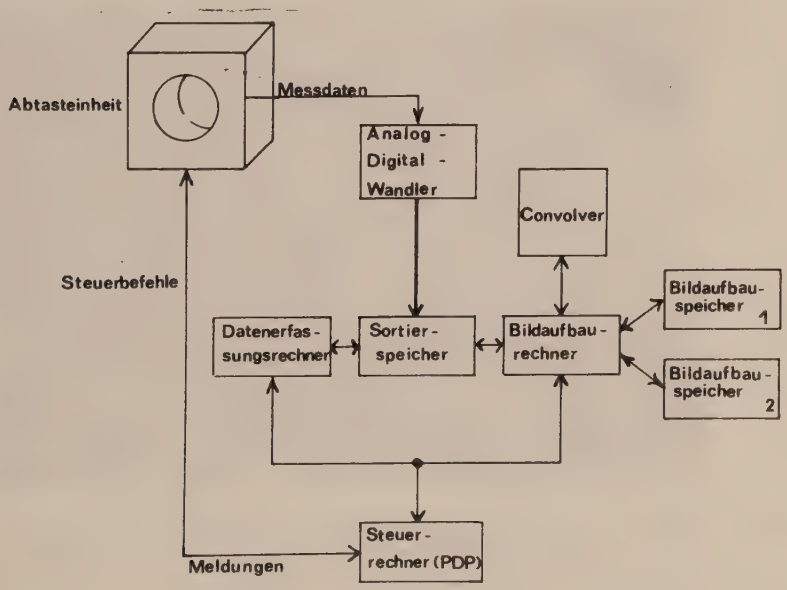


Abb.3: Der Datenfluss beim Bildaufbau des CT
Der Rechnerteil besteht aus einem Verbund von 3 frei-programmierbaren Rechnern, dem Datenerfassungsrechner (DER), dem Bildaufbaurechner (BAR) und dem Steuerrechner (PDP).

Der entscheidende Vorteil dieses Rechnerkonzeptes ist die sofortige Bildkonstruktion und die Abrufbarkeit der Bilder praktisch sofort nach Beendigung des Scanvorgangs.

Datenerfassungs-(DER) und Bildaufbaurechner(BAR) arbeiten als Unterrechner zum Steuerrechner.Der DER stellt dem BAR über den Sortierspeicher die Meßwerte "in geeigneter Form" (nach Logarithmierung und Normierung) zur Verfügung.

Nach Faltung im Convolver,in dem die Schwächungsprofile sozusagen zu einem "endgültigen Bildbeitrag" bearbeitet werden, und Rückprojektion in die Bildmatrix der Bildaufbauspeicher werden die Daten auf Abruf an den Steuerechner abgegeben und erscheinen als fertig konstruiertes Bild auf dem Monitor (Bildmatrix: 256 mal 256 Bildpunkte(Pixels)).

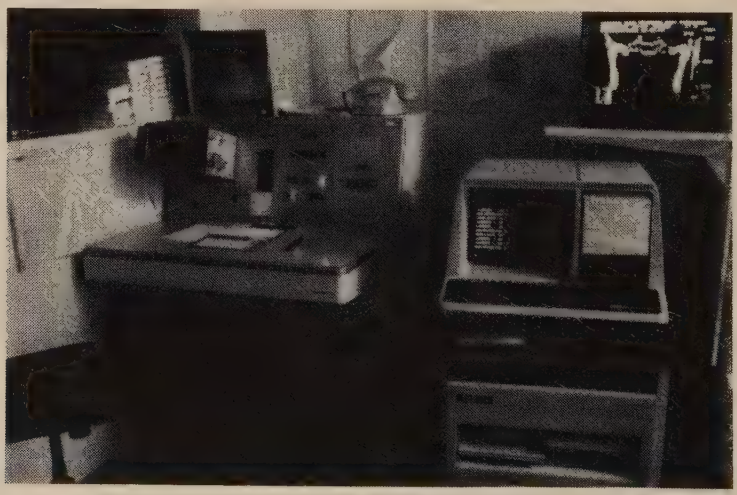


Abb.4: Separater Bedien- und Auswerteplatz des SIRETOM. Sichtbar sind auf der rechten Seite unterhalb des Monitors die Dialogstation mit Floppy-Disk-Doppellaufwerk,links befindet sich das Bedienpult.

Per Knopfdruck kann das jeweils gezeigte Bild mittels einer Polaroidkamera sofort archiviert werden.Die dabei erzielbaren Bildergebnisse mit ca.10 darstellbaren Graustufen sind jedoch zur Befundung nicht ausreichend.
Bessere Bildergebnisse sind durch die fernbedienbare VIDEO-SPOT CT-Anlage mit höherer Auflösung und Darstellung von ca. 20 Graustufen zu erzielen.
Das mit automatischer Belichtungssteuerung arbeitende Gerät verfügt über ein Magazin von 100 Blatt eines 10 mal 10mm-Filmes.Die Bilder können maschinell in 90 Sekunden entwikkelt werden.

Die Unfähigkeit des menschlichen Auges,mehr als etwa 20 verschiedene Graustufen aufzulösen(SCHMITT u.HÜBENER 1979),reduziert natürlich den Informationsgehalt eines jeden CT-Bildes erheblich,weil ja über 2000 differente Absorptionsstufen zum Bildaufbau benutzt werden können.
Das,was wir vom Graustufenbild visuell aufnehmen,beträgt somit nur etwa 1% des tatsächlich Möglichen.

Bei der Beurteilung der Monitorbilder müssen die äußeren Lichtverhältnisse darauf ausgerichtet sein,für das Auge optimale Bedingungen zu schaffen,um die Unterschiedsschwelle für die verschiedenen Graustufen möglichst niedrig zu halten.
Auch an sinnesphysiologische Phänomene des visuellen Systems wie Simultankontrast oder Irradiation ist bei der Direktbeurteilung am Monitor zu denken,zumal die Grauabstufung ja nicht vorgegeben,sondern willkürlich wählbar ist und dadurch der subjektive Sinneseindruck betont wird.

Mittels Magnetband und Floppy-Diskette ist außerdem die Möglichkeit der digitalen Bildspeicherung gegeben.
Dadurch bleibt der volle Informationsgehalt verfügbar und kann zu computergesteuerten Auswerteprogrammen benutzt werden.

Die letzten 14 Bilder der laufenden Untersuchungsreihe sind jeweils aus dem sog. Zwischenspeicher direkt abrufbar.

Das abgerufene Bild wird mittels der "elektronischen Fenstertechnik" so aufbereitet,daß die gemessenen Absorptionswerte in der Graustufenskala zu einem optimalen optischen Bildeindruck führen.

Für die Knochendarstellung bedeutet dies,daß stets die maximale Fensterbreite gewählt werden muß(1024),da der Knochen von etwa +100 - +1000 absorbiert.

Als Maßzahl der neuen und an sich dimensionslosen Meßgröße "Absorptionswert" ist die HOUNSFIELD-Einheit(HE) international üblich.
Ihre Skala umfaßt Werte von -1000(Luft) über 0(Wasser) bis über +1000 HE(kompakter Knochen).

Die Abb.5 zeigt ein Transversal-CT,an dem die eingeblendeten Daten kurz identifiziert werden sollen.

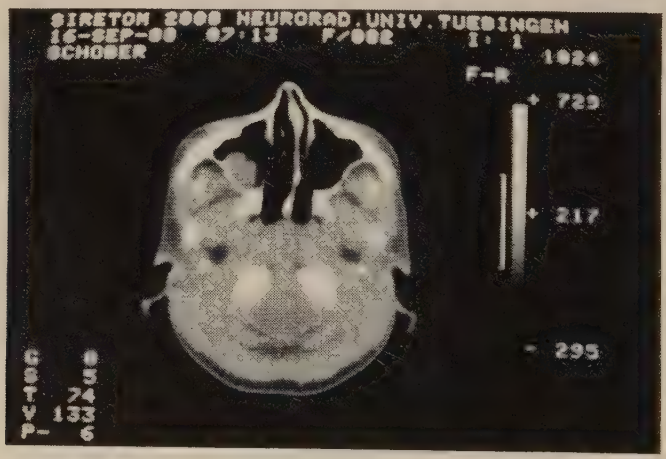


Abb.5: Transversal-CT einer Myoarthropathiepatientin mit anamnestisch bekannter Sinusitis maxillaris.
Dieses Bild soll der Erläuterung der eingeblendeten Daten dienen(s. Text).

Oben links sind Datum und Uhrzeit der Untersuchung sowie die Nummer angegeben,unter der das gezeigte Bild auf der Floppy-Diskette(F/002) festgehalten ist.

Die Position I: 1 besagt,daß das gezeigte Bild das erste von diesem Patienten ist.
F steht für Frontal und R für Right.

In der dritten Zeile oben links ist der Name des Patienten eingegeben,ggf. können noch Geburtsdatum und eine frei programmierbare Registiernummer hinzugefügt werden.

Unten links sind 5 technische Daten angeführt und zwar:
G für Gantry - Kippung der Abtasteinheit in Grad
S für Slice - Schichtdicke in mm
V für Voltage- Röhrenspannung in kV
P für Position Positionsangabe in mm gegenüber einer als P=0 definierten Bezugsebene

Auf der rechten Seite sind die Daten der Fenstertechnik jeweils eingeblendet.
Oben die Fensterbreite(1024),darunter neben der Graustufenskala obere und untere Fenstergrenze sowie Fenstermitte.

Links neben der Skala ist der Referenzmaßstab eingeblendet, der einem Abschnitt von 5 cm in vivo entspricht.

Nach Abruf eines Bildes ist sofort eine orientierende Densitometrie möglich.
Dabei wird ein Koordinatengeber an einen frei wählbaren Bereich der Bildmatrix gebracht.Dieser ermittelt das arithmetische Mittel der Absorptionswerte von 9 benachbarten Bildpunkten.
Das Ergebnis wird sofort auf dem Monitor eingeblendet.

Zur unabhängigen und detaillierteren numerischen Bildauswertung steht außerdem das EVALUSKOP der Fa. SIEMENS zur Verfügung.(Vgl.auch Abb.6!)
Voraussetzung für seine Anwendung ist das digital gespeicherte Bild.
Deshalb wurden die Messdaten auf Floppy-Disketten(Fa.Scotch 740/2-0) abgespeichert.
Somit konnten die CT's mit mathematisch-statistischen Methoden am EVALUSKOP,das in der Abteilung für Neuroradiologie in der Universitätsnervenklinik aufgestellt ist,ausgewertet werden.

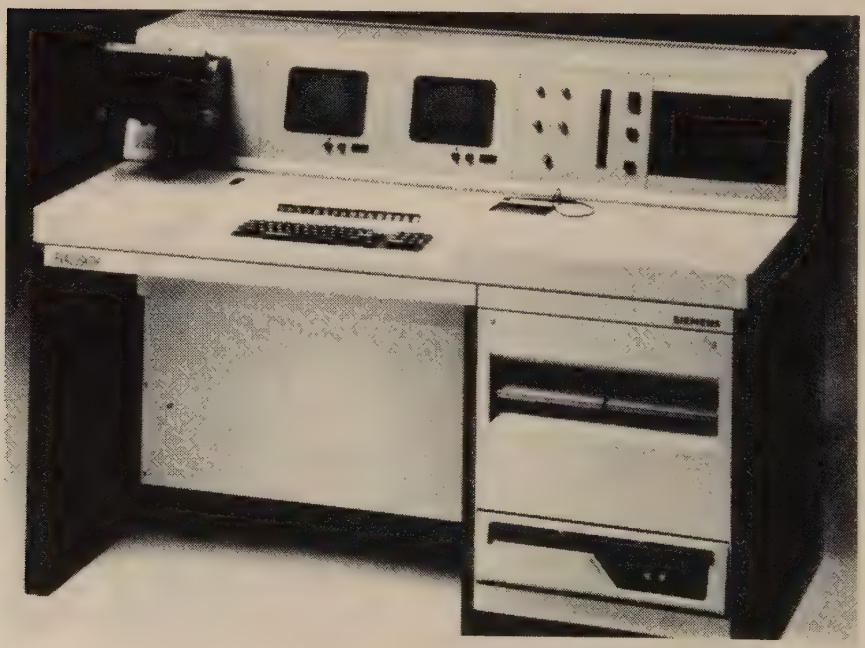


Abb.6: EVALUSKOP der Fa. SIEMENS
Unabhängiger CT-Bild-Auswerteplatz zur detaillierten quantitativen Bildanalyse(Densitometrie).

Densitometrische Untersuchungen können überhaupt nur dann vorgenommen werden,wenn in regelmäßigen Abständen eine Eichung der Messapparatur(SIRETOM) erfolgt.
Dazu sind geeignete Prüfkörper vorhanden.
Mögliche Übertragungsfehler beim Abspeichern auf die Disketten und beim Wiederabruf der Messdaten am EVALUSKOP sind zu vernachlässigen.

II. Computertomographische Untersuchungen an mazerierten Schädelpräparaten

Zunächst mußte ein Untersuchungsprogramm entwickelt werden.

Dazu wurden aus der Sammlung des Anatomischen Institutes der Universität einige Schädelpräparate entliehen.+

Mit Hilfe des dreidimensionalen Lichtvisiers ließ sich an den Schädeln feststellen,daß Condylus und Fossa dann nahezu senkrecht von der Schnittebene durchsetzt wurden,wenn als Bezugsebene eine Schicht durch den Infraorbitalpunkt und das untere Drittel des äußeren Gehörgangs gewählt wurde.

Die Schnittebene verlief in den Fällen mehr oder weniger stark nach dorso-caudal geneigt und durchsetzte anterioren und posterioren Gelenkspalt schräg,bei denen als Referenzstruktur der Anteil des lateralen Orbitalrandes verwandt wurde,der in Höhe des lateralen Lidwinkels liegt.
Diese Einstellung schied somit aus,weil die Wiedergabe korrespondierender Punkte von Condylus und Fossa nicht gewährleistet war.

Abb.7 zeigt ein Transversal-CT eines Schädelpräparates (5mm-Schichtung).
Wie zu sehen ist,wurde die maximale Fensterbreite(1024) gewählt.

+An dieser Stelle sei Herrn Präparator Tutsch vom Anatomischen Institut für die Überlassung der Präparate herzlich gedankt.

Abb.7: Transversal-CT eines vollbezahnten Schädelpräparates. Schichtführung durch beide Kiefergelenke bei Verwendung einer Schichtdicke von 5mm und eines Meßfelddurchmessers von 25cm.
Beurteilbarkeit beider Kiefergelenke im direkten Seitenvergleich.

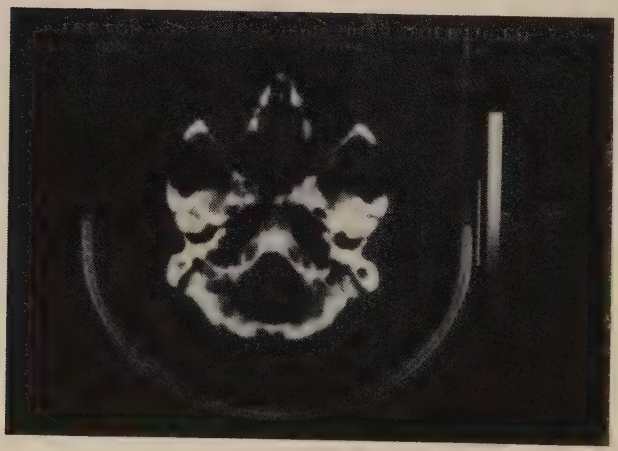


Abb.8: Veränderung der Schichtdicke auf 10mm, Meßfelddurchmesser und Positionswahl wie in Abb.7.
Vor allem der anteriore Gelenkspalt ist beidseits nicht mehr voll abgrenzbar.

Das Bild ist vollkommen frei von störenden Überlagerungs- oder Verwischungsschatten.
Die knöchernen Strukturen erscheinen insgesamt gut konturiert, die einzelnen Anteile des Gelenkspalts,Fossa und Condylus sind abgrenzbar.
Zur Detaildiagnostik nachteilig wirkt sich die Kleinheit des Bildes aus.(Der Meßfelddurchmesser betrug 25cm entsprechend der Standardeinstellung).

Deutlich schlechtere Ergebnisse bringt die Wahl einer 10mm-Schicht(Abb.8).
Die Schädelbasis kommt insgesamt "verwaschener" zur Darstellung.Der anteriore Gelenkraum ist vor allem rechts nicht mehr klar abgrenzbar.Diese große Schichtdicke wirkt sich besonders nachteilig bei der coronaren Einstellung aus.

Abb.9 zeigt ein CT(5mm-Schicht),bei dem das Messfeld auf 18cm reduziert wurde(sog. "C-Programm").
Das anteriore Schädeldrittel ist nicht mehr dargestellt,dafür kommen mediales und posteriores Drittel vergrößert zur Abbildung und sind insgesamt besser beurteilbar.
Dieses Programm wird in der Neuroradiologie beispielsweise zur Abklärung von Hypophysenprozessen gewählt.

Die Abb.10 zeigt die rechte Gelenkregion ausschnittsweise von Abb.9 vergrößert(Faktor 5).
In dieser Form erscheint die Beurteilungsmöglichkeit von Position des Condylus und strukturellen Besonderheiten optimal.
Werden beide Gelenkregionen vergrößert,bleibt auch der zur Positionsdiagnostik so wichtige direkte Seitenvergleich erhalten.

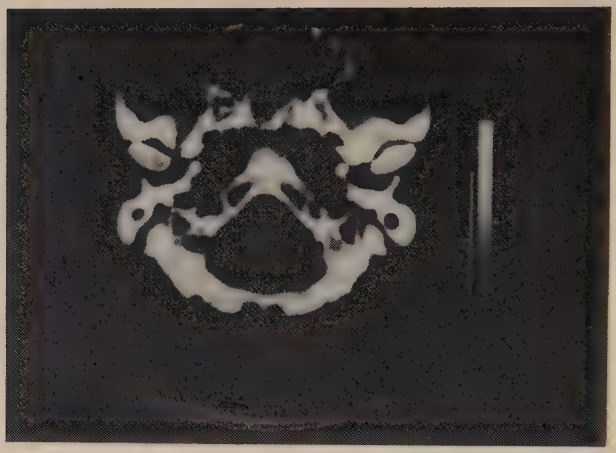


Abb.9: Bei Verkleinerung des Meßfelddurchmessers auf 18 cm sind die Gelenkregionen vergrößert dargestellt. Das anteriore Schädeldrittel ist nicht mehr sichtbar. Schichtdicke 5 mm. Positionswahl wie in Abb.7 und 8.

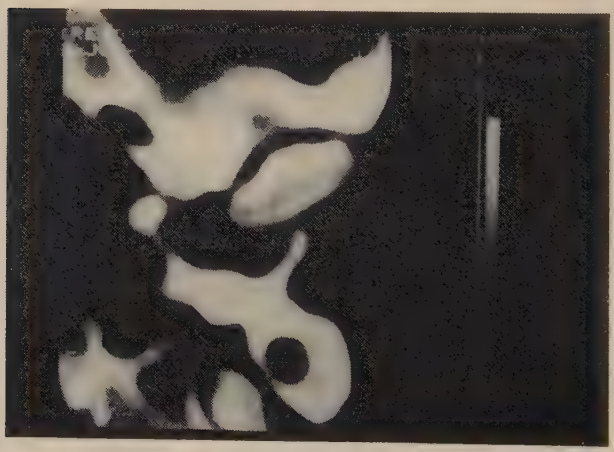


Abb.10: Die rechte Gelenkregion ist aus der Abb.9 maximal vergrößert worden(Faktor 5). Das CT ermöglicht eine Detaildiagnostik der Kiefergelenktopographie.

Für die Untersuchungen von Probanden und Patienten wurde somit das "C-Programm" mit 5mm-Schichtdicke und 18 cm-Meßfelddurchmesser gewählt.

Zur besseren Detaildiagnostik ist dabei die ausschnittsweise starke Vergrößerung der beiden Gelenkregionen indiziert.

Wegen der anatomisch-topographischen Kleinheit der Kiefergelenkregion ist die Anwendung der "überlappenden Schichttechnik" obligat.

Schließlich wurde auch versucht,die Fissura petrotympanica bildlich darzustellen.

In Höhe des Gelenkdachs war sie,wie in Abb.11 zu sehen ist, beidseits darstellbar und zwar an typischer Stelle,mediodorsal von der Fossa articularis.
Eine Irritation der Chorda tympani durch Aktionsbewegungen des Condylus schien am Präparat nicht vorstellbar.

Abb.12 zeigt fotographisch die untersuchte Region.

Zur Kontrolle wurde ein dünnes Metallplättchen in die Fissura petro-tympanica vorgeschoben und anschließend die Tomographie in 1mm-überlappender Schichttechnik wiederholt.
Dabei konnte die Identifikation der markierten kleinen anatomischen Struktur als Glaser'sche Spalte bewiesen werden.

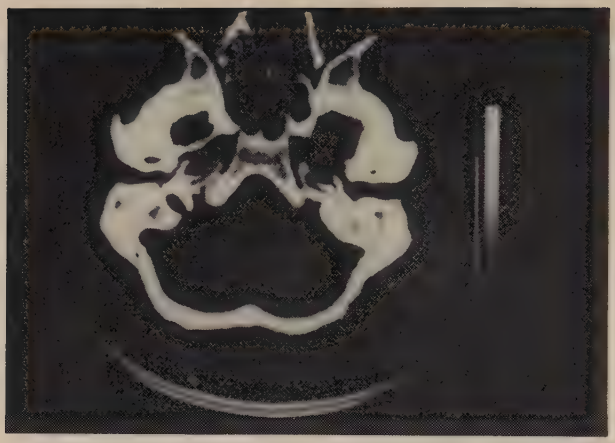


Abb.11: Transversal-CT in Höhe des linken Gelenkdachs.
Vor dem Gehörgang ist die ovalär geformte Durchtrittsstelle der Chorda tympani durch die Schädelbasis dargestellt(Fissura petro-tympanica).

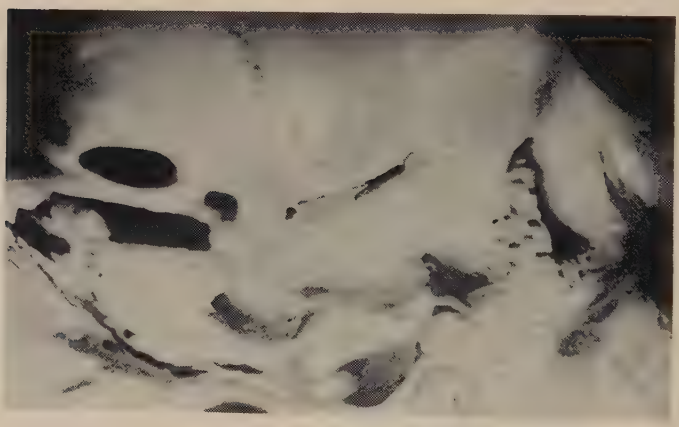


Abb.12: Fotographische Abbildung der Fissura petro-tympanica (mit einem Pfeil markiert).
Das untere Bilddrittel zeigt die anteriore Region.
Rechts ist das For.ovale zu erkennen.

III. Untersuchungen bei Probanden ohne Funktionsstörungen des stomatognathen Systems.

Die Möglichkeiten der computertomographischen Darstellbarkeit der Kiefergelenke wurden zunächst an einem Probandenkollektiv untersucht.

Zuerst erfolgte eine klinische Funktionsanalyse mit palpatorischem Gelenk- und Muskelbefund, Kontrolle der Öffnungsbewegung und Beurteilung des intraoralen Status.

In die Untersuchungsgruppe wurden die Probanden nur dann aufgenommen, wenn folgende Bedingungen erfüllt waren:

1. Anamnestisch durfte kein Hinweis auf Kiefergelenkerkrankungen, Traumen oder Funktionsstörungen gefunden werden.
2. Die Gelenke und die Muskulatur durften nicht druckschmerzhaft sein.
3. Die Öffnungsbewegung mußte ohne terminale Seitenabweichung und Gelenkgeräusche frei erfolgen.
4. Der maximale Schneidekantenabstand durfte nicht mehr als 50 mm betragen.
5. Es durfte kein herausnehmbarer Zahnersatz vorhanden sein.

Die Mehrzahl der Probanden setzte sich aus Studenten der Zahnmedizin zusammen.

III.1. Lagerungstechnik und Einstellung reproduzierbarer Schichtebenen

Die in der Neuroradiologie meist übliche Wahl der Verbindungslinie lateraler Lidwinkel-Tragion als Bezugsebene für die Transversalschichteinstellung wurde etwas modifiziert.

Als anteriorer Referenzpunkt dient der Punkt des knöchernen Infraorbitalrandes, der senkrecht unter dem Ektokanthion liegt.
Das Ektokanthion ist in der Anthropologie derjenige Punkt an der lateralen Augenseite, an dem oberer und unterer Lidrand zusammentreffen.
Als Meßpunkt dient die Stelle, an welcher die Conjunctiva den Augapfel berührt.

Mit Hilfe eines Geo-Dreiecks wird am Probanden der gesuchte Punkt festgestellt und mit einem schwarzen Filzstift (dünnes Arbeitsende) tätowiert.

Als posteriorer Referenzpunkt wird die Mitte des Tragusvorderrandes festgelegt.
Auf die Wahl des Tragusoberrandes und vor allem des lateralen Lidwinkels als Punkte der Bezugsebene wurde bewußt verzichtet, weil sich bei einigen Probanden zeigte, daß die "Ohr-Augen-Ebene" sehr schräg verlief und die Condylus-Fossa-Relation nicht genau wiedergab.

Wie auf der Abb.13 zu erkennen ist, trägt der Proband eine Einmal-OP-Mütze. Unter diese werden die oft störenden Haare der oberen präauriculären Hautregion gesteckt.
Außerdem ist diese Maßnahme deshalb unerläßlich, weil sonst vor allem bei der Coronarschichteinstellung der Lichtvisierstrahl in den Haaren der Untersuchungsperson weggestreut wird.

Gleichzeitig sind zwei Hilfslinien zur Einstellung bilateral korrespondierender Punkte der coronaren Ebene auf der Abb.13

zu sehen.
Der Tragusvorderrand ist über seine gesamte Länge hinaus markiert.
Die Hilfsmarkierungen werden mit Hilfe eines Maßbandes tätowiert,das an den anterioren Referenzpunkt angelegt wird.Entsprechend der Kopfgröße des Patienten wird die Markierung 40-70 mm vom Infraorbitalpunkt entfernt parallel zum Tragusvorderrand angelegt.

Abb.13: Tätowierung der Referenzpunkte auf der Haut des Patienten.
Auf die fast waagerecht verlaufende Infraorbital-Traguslinie wird bei der Transversalschichtung eingestellt.
Die beiden posterioren Referenzlinien dienen der Einstellung bei der coronaren Schichtung.

Vor der Lagerung sind noch zwei Schritte notwendig:

1. Eine orientierende Palpation der Gelenkregion,um eine Vorstellung über die Höhenlage des Gelenkspalts zu erhalten. Dies reduziert oft die Zahl der notwendigen Schichtabtastungen.

2. Es ist sinnvoll,die maximale Interkuspidation des Patienten durch ein Registrat aus Beauty-Pink-Wachs zu sichern.

Vor allem bei Myoarthropathiepatienten werden somit mögliche und auch beobachtete Vorschubparafunktionen während der Tomographie ausgeschaltet,zum anderen wird die theoretisch mögliche Rückverlagerung des Unterkiefers in der Rückenlage des Patienten unterdrückt.

Der Lagerungsvorgang selbst spielt sich in folgenden Schritten ab:
Zur Einstellung der Transversalebene wird der Patient zunächst auf die Tischplatte gesetzt,die motorisch in die richtige Höhe gebracht wird.Danach wird der Kopf in die muldenförmige Lagerungsvorrichtung gelegt,wobei darauf zu achten ist,daß beide Schultern dieser Vorrichtung symmetrisch anliegen und daß der Kopf weit genug zur Gantryöffnung hin gelagert wird.

Nach Einschaltung des dreidimensionalen Lichtvisiers wird durch Kippung der Gantry auf die rechte IT-Linie eingestellt, auf die rechte deshalb,weil sie dem Auge des Untersuchers bei der Einstellung direkt zugänglich bleibt.Die strichförmig markierte Ebene wird in die Mitte des Visierstrahls gelegt, der auf der Haut des Patienten eine Dicke von etwa 2 mm hat. Meistens gelingt es nicht,die gesamte IT-Linie mit dem Visierstrahl gleichmäßig zu überlagern,dann wird darauf geachtet, daß das posteriore Drittel genau eingestellt ist.

Um in der Transversalebene korrespondierende Punkte beider Gelenke zu erhalten,wird nun der Quervisierstrahl durch die Schnittpunkte von jeweils oberer und unterer Lidfalte gelegt. Die beiden Schnittpunkte müssen exakt in der Mitte des Visierstrahls liegen.Gleichzeitig wird das mediane Visier auf auf die Mediansagittalebene eingestellt.
Die Kopfstellung wird manuell geringfügig so korrigiert,daß der Visierstrahl rechts und links in derselben Ebene liegt. Durch Vor- und Zurückschieben des Kopfteils kann nochmals die Beziehung des Lichtstrahls zu den verschiedenen Anteilen der Orbitalregion auf Symmetrieverhältnisse kontrolliert werden.

Nach abgeschlossener Sicherung der Ebene wird wieder auf die IT-Linie zurückgefahren und am Schichtvorschub die Position 0 gedrückt.
Mittels anatomisch geformter Keile verschiedener Größe und und einer weiteren Fixierhilfe(Klebeband) wird verhindert,daß der Patient während des Scanvorgangs unwillkürliche Kopfbewegungen macht.
Außerdem ist es ratsam,den Patienten aufzufordern,die Augen zu schließen.
Die Untersuchungsperson wird nun noch 100 mm in die Gantry-Öffnung vorgefahren.Nach Drücken der Positionstaste(P=0) und Auflegen einer Bleischürze kann nun die Untersuchung beginnen.

Abb.14: Lagerungstechnik zur Transversalschichtung.
Die seitlichen Kopfkeile und das Fixierband sollen unwillkürliche Kopfbewegungen vermeiden.Deutlich zu zu erkennen die rel.kleine Öffnung der Gantry,in die der Patient noch weiter vorgeschoben werden muß.

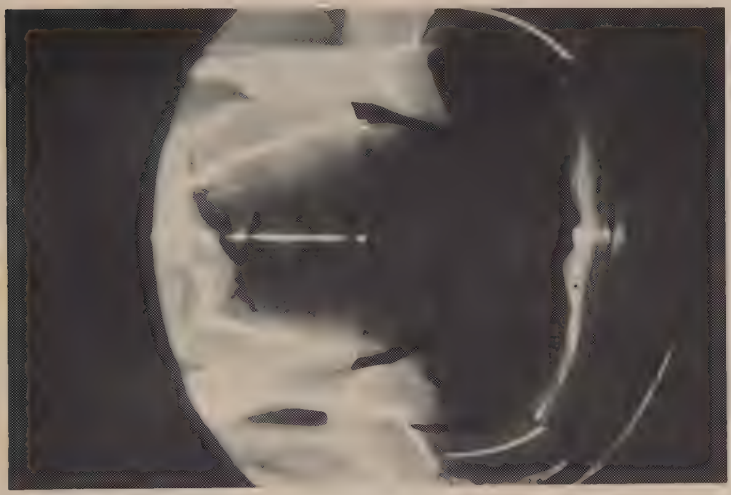
Zur Darstellung der coronaren Ebene wird der Patient in Bauchlage gelagert und das Kinn auf die Mitte des Kopflagerungstisches aufgesetzt.

Damit kein Druck auf die Gelenke ausgeübt wird,ist es sinnvoll,mittels speziell in verschiedenen Größen zugeschnittenen Abstützhilfen aus Styropor den Kopf an der Stirn zu entlasten.Das vermindert auch die sonst notwendige starke Anspannung der Nackenmuskulatur und ist besonders bei Patienten mit gingival oder parodontal-gingival getragenem Zahnersatz oder Freiendlücken indiziert,da hier die okkluso-artikuläre Relation verfälscht werden kann,wenn starker Druck auf das Kinn und damit indirekt auf die Gelenkfortsätze ausgeübt wird.

Nach Einstellung der coronaren Ebene mittels der Hilfsmarkierungen wird der Visierstrahl an den linken Tragusvorderrand gelegt(Strichmarkierung) und dies als Position O definiert.

Die Abb.15 und 16 zeigen die Lagerungsposition zur Einstellung coronarer Schichten.

Abb.15: Lagerungstechnik zur Coronarschichtung.
Die Kopfkeile - in verschiedenen Größen verfügbar - dienen als Fixierhilfe.
Der Patient ist durch die Gantryöffnung fotographiert.



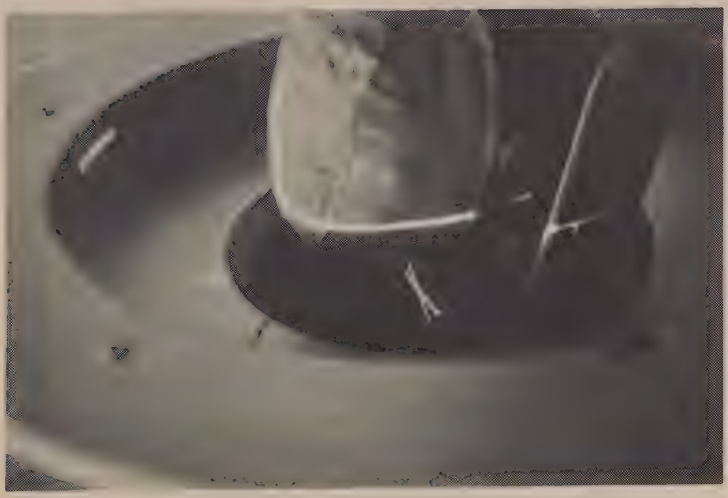


Abb.16: Zusätzliche Abstützung des Kopfes durch einen angepaßten Styropor-Block. Dadurch wird die Nackenmuskulatur entlastet und das Kinn kann druckfrei aufliegen.

2. Darstellbarkeit der einzelnen Gelenkstrukturen im Computertomogramm

Das an den Schädelpräparaten entwickelte Programm wurde zunächst an Probanden angewandt.

D.h. Wahl des Meßfelddurchmessers von 18 cm(C-Programm), Schichtdicke 5mm.
Wenn die orientierende Palpation der Gelenkregion keinen auffälligen Befund ergab,wurde auf die IT-Linie als Position 0 eingestellt.
Nach Abtastung einer Doppelschicht erfolgte am Gerät die Beurteilung der Topographie.
Mittels der überlappenden Schichttechnik wurde eine zweite Doppelschicht abgetastet,wobei sich die Positionswahl nach den individuellen anatomischen Verhältnissen richtete.

Dies galt für beide Ebenen,sodaß schließlich von jedem Probanden 8 Bilder zur Verfügung standen.

Nach Ende der Untersuchung wurden die Bilder aus dem Zwischenspeicher abgerufen und vergrößert,somit war für jeden Condylus eine exakte Positionsdiagnostik möglich.

Die Abb.17 u.18 zeigen ein typisches Transversal-CT und ein coronares CT in ausschnittsweise maximaler Vergrößerung(Faktor 5).

Im Transversal-CT sind abzugrenzen:

1. Der Condylus in seiner gesamten Circumferenz.
2. Die korrespondierenden Fossaanteile.
3. Anteriorer,medialer und posteriorer Gelenkspalt
4. Lateral am anterioren Fossarand die Jochbogenwurzel.
5. Die periartikuläre Weichteilzone,in die - hier schwarz dargestellt - der äußere Gehörgang hineinragt.

Der Condylus steht "zentriert",wobei der retrocondyläre Raum insgesamt etwas breiter zur Darstellung kommt als der anteriore Gelenkraum.

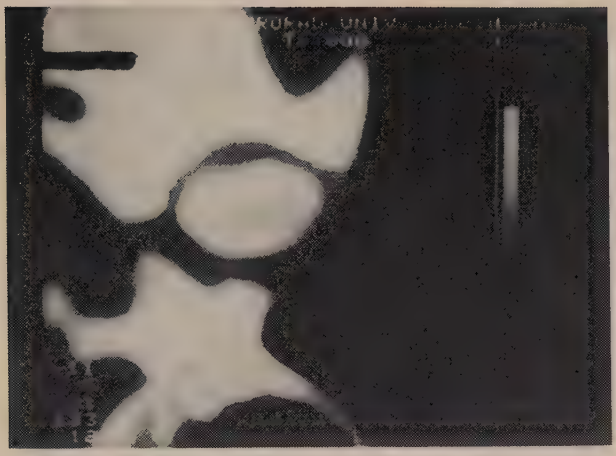


Abb.17: Transversal-CT durch ein rechtes Kiefergelenk.Typische "zentrierte" Position des Condylus.Der posteriore Gelenkspalt ist geringgradig breiter als der anteriore.

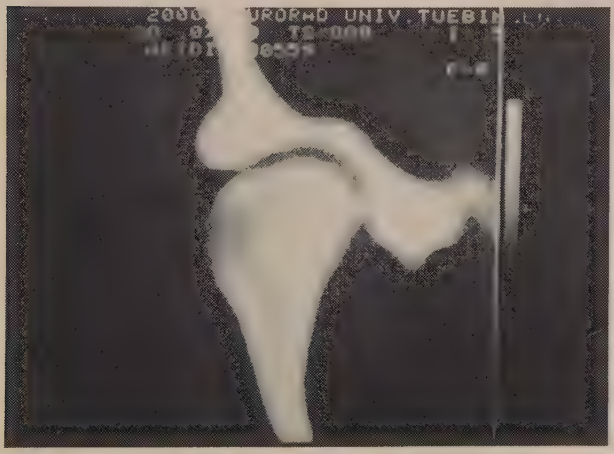


Abb.18: Coronar-CT durch ein rechtes Kiefergelenk.Der craniale Gelenkspalt ist in seiner gesamten lateromedialen Ausdehnung beurteilbar und kommt gleichmäßig weit zur Abbildung.

Beim coronaren CT sind abgrenzbar(vgl.Abb.18):

1. Die Konvexität des Condylus in ihrer gesamten latero-medialen Ausdehnung.
2. Die zum Condylus korrespondierenden Fossaanteile.
3. Der craniale und mediale Gelenkraum.
4. Die periartikuläre Weichteilzone,an der die Abgrenzung der Hautoberfläche möglich ist.

In diesem Zusammenhang ist darauf aufmerksam zu machen,daß bei den coronaren CT's grundsätzlich die rechte Kopfseite des Patienten auf dem Bild links abgebildet wird.
Im Transversal-CT wird die rechte Seite des Patienten immer rechts abgebildet.

Die Nichtbeachtung dieser Tatsache kann leicht zu Verwechslungen führen.

Die Abb.19 zeigt ein Übersichts-CT zur Beurteilung der Condylus-Fossa-Relation im direkten Seitenvergleich.

Beurteilung: Bilateral retrale Lage der Condylen.

Die bei diesem Probanden angefertigten schräg-lateralen Röntgenbilder($22^{o}/10^{o}$) bestätigten diesen positionsdiagnostischen Befund.(Vgl.Abb.20!)

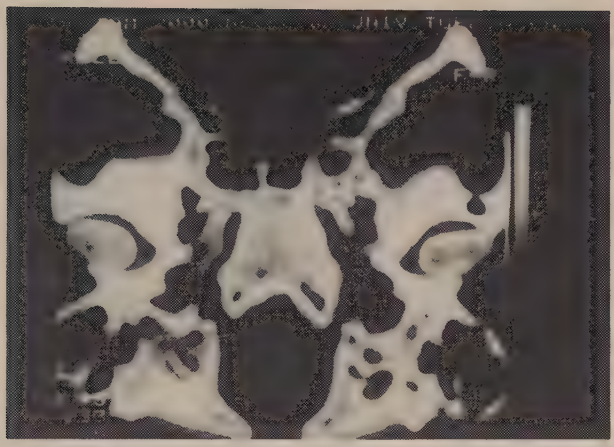


Abb.19: Der anteriore Gelenkspalt ist beidseits verbreitert, der posteriore nicht mehr abgrenzbar.
Der mediale Aktionsraum des Condylus kommt seitengleich zur Darstellung.
Retrale Lage der Condylen.

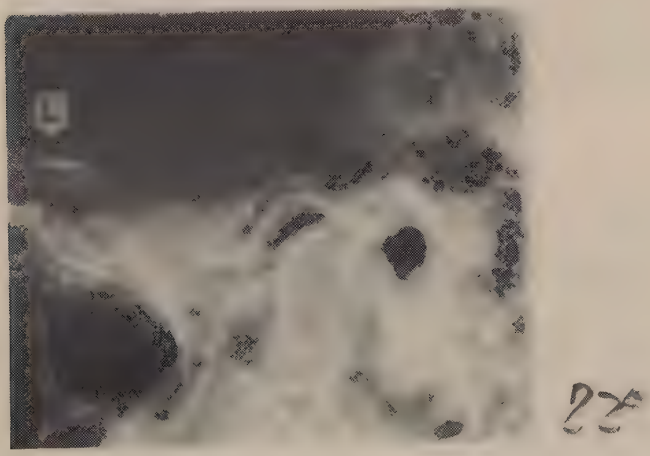


Abb.20: Schräg-laterales Röntgenbild(Projektion 22°/10°) des linken Kiefergelenks.
Derselbe Proband wie in Abb.19.
Der äußere Gehörgang ist orthrograd getroffen,die Felsenbeinoberkante liegt rel. hoch.Der sichelförmige Schattenwurf am Gelenkdach ist wahrscheinlich durch die zu geringe cranial-exzentrische Einstellung bedingt.
Retroposition des Condylus.

In der Abb.21(a-f) ist zur Verdeutlichung der computertomographischen Anatomie eine Serie von 6 Schichten in cranio-caudaler Richtung angeführt.

Die Darstellung erfolgt in den Positionen P=0,-2,-4,-6,-9 und -11.

Aus der Serie ist zu entnehmen,daß der anatomische Raum des Gelenks insgesamt sehr klein ist.
Die "interessierende Region" wird von cranial nach caudal auf etwa 10 mm beschränkt.

Dabei ist zu erkennen,daß Abbildungen in 2 mm-Schichtabstand schon deutliche Unterschiede der morphologischen Situation zeigen.

Abb.21(a-f):

Die beiden oberen Bilder sind in Höhe des Gelenkdachs gemacht,der Condylus ist eben "angeschnitten".

Die beiden mittleren Bilder zeigen den Condylus in seiner vollen Circumferenz und seiner topographischen Beziehung zur Fossa.

Unten links(e) liegt die Schnittebene in Höhe des "Gelenkunterrandes",unten rechts schon extraartikulär.

Beachtenswert ist besonders die in cranio-caudaler Richtung zunehmende Hyperdensität des anterioren Condylusdrittels. Diese Knochenstrukturierung ist Ausdruck der biologischen Reaktion auf die funktionelle Zugbeanspruchung durch den M.pterygoideus lat..

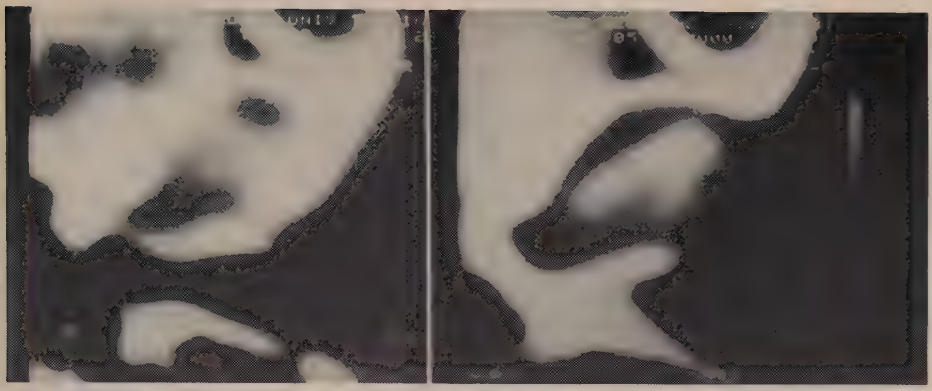


Abb.21(a,b):

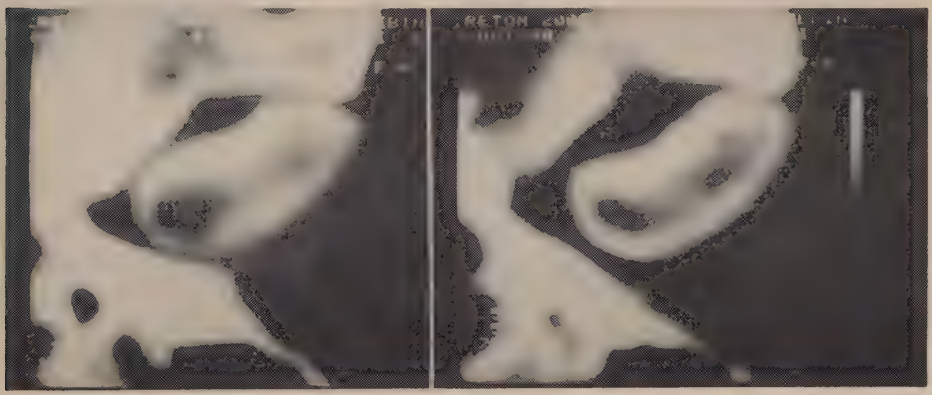


Abb.21(c,d):

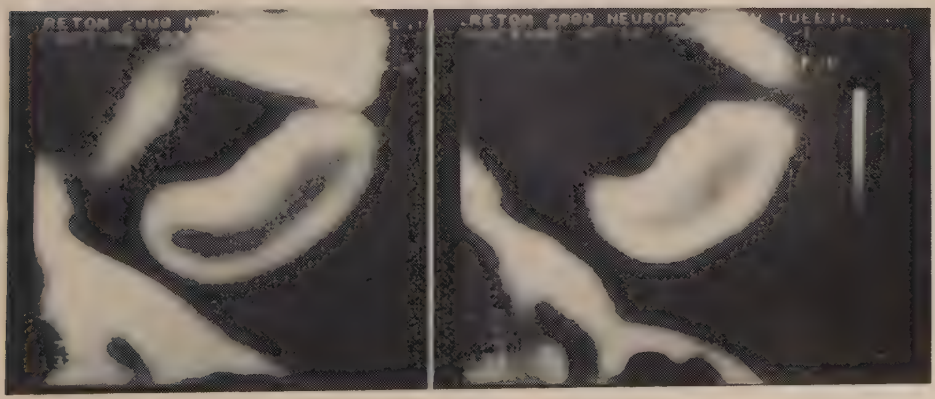


Abb.21(e,f):

Es wurde auch versucht,den Bereich des Discus articularis im direkten Graustufenkontrast darzustellen.

Dabei zeigte sich,daß bei maximaler Fensterbreite der craniale Gelenkraum nicht als homogene Graustufenzone abzubilden ist.

Bei der Wahl der Fensterbreite von 512 und der Fenstermitte im Bereich von 10-90 war häufig die Zone des Discus als relativ homogene und gegenüber dem begrenzenden Knochen hypodense Region erkennbar.(Vgl.Abb.22!)

Dabei ist festzuhalten,daß am Fernsehschirm selbst die Kontraste oft wesentlich besser erkennbar waren.Das fototechnische Reproduktionsverfahren bringt hier doch deutlich Qualitätsverluste.

Bei Einstellung der Fensterbreite auf 256 kam auch der craniale Gelenkraum sehr viel inhomogener zur Darstellung.

Grundsätzlich läßt sich an dieser Stelle festhalten,daß mit der Computertomographie entscheidende Schritte in Richtung Discusdiagnostik ohne Zuhilfenahme invasiver Methoden möglich sind.

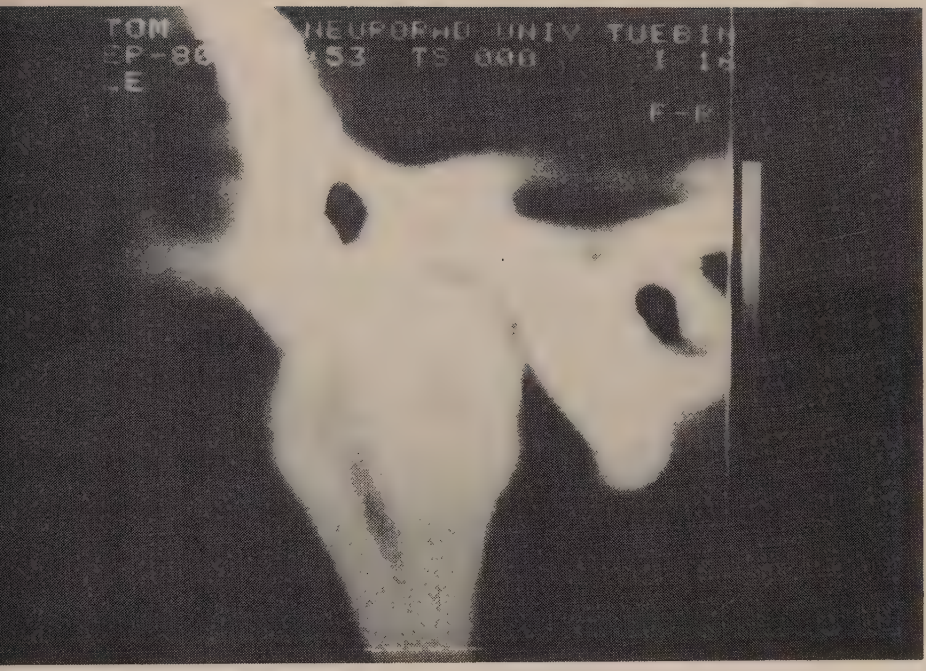


Abb.22: Versuch der Sichtbarmachung des Discus articularis im Graustufenbild.

Der craniale Gelenkraum ist im Direktkontrast als gegenüber dem Knochen hypodense Zone abzugrenzen. Medial und lateral rel. scharfe Abgrenzung.

3. Auswertung der Computertomogramme.

Die CT's der 25 Probanden wurden unter den folgenden 3 Zielvorstellungen ausgewertet:

1. Durch Messung des horizontalen Condylenwinkels soll eine Vorstellung über die Symmetrieverhältnisse der Längsachsenstellung gewonnen werden.
2. Es soll eine Vergleichsgrundlage geschaffen werden zur Beurteilung der CT's bei Patienten mit Myoarthropathien.
3. Es soll eine Vorstellung darüber gewonnen werden, inwieweit die Condyluslängsachse bei der 10^{o}-dorsal-exzentrischen Röntgenprojektion getroffen wird.

Die Auswertung erfolgte nach dem in Abb.23 schematisch dargestellten Verfahren.

Als Referenzlinien wurden die Mediansagittalebene(MSE), die durch die Clivusmitte festgelegt ist, und eine senkrecht zur MSE eingezeichnete Transversalebene ausgewählt.
Als weiterer Hilfspunkt diente die Crista occipitalis interna, die relativ häufig in der dargestellten Form sichtbar wurde, zur Festlegung der MSE aber verzichtbar war.

Durch Anlegen der Tangente an die jeweils am meisten medial bzw. lateral gelegenen Punkte der Condylen wurde die Längsachse ermittelt.

Die Verlängerung der Längsachse bildet mit der MSE den Winkel A, der entsprechend der Seite mit dem Suffix l(links) bzw. r(rechts) versehen wurde.

Die Winkel A_l und A_r wurden gemessen und entsprechend der geometrischen Beziehung, daß im rechtwinkligen Dreieck die Summe der Einzelwinkel 180^{o} beträgt, wurden B_l und B_r rechnerisch bestimmt.

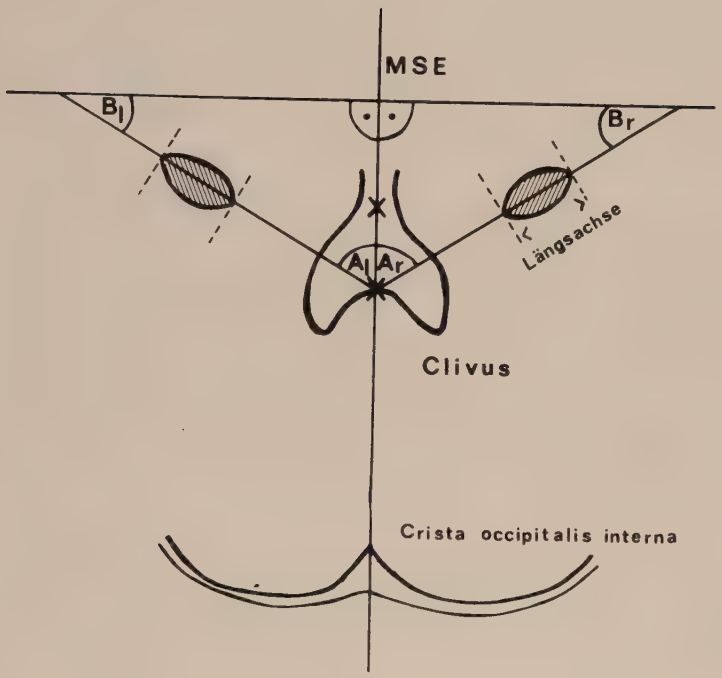


Abb.23: Auswertungsschema eines Transversal-CT zur Feststellung des horizontalen Condylenwinkels(B_l und B_r).

Die Winkel B_l und B_r werden als horizontale Condylenwinkel bezeichnet(nach YALE).

Als dB wird die Differenz zwischen B_l und B_r definiert.

Mit ICW wird der Intercondylarwinkel bezeichnet,der aus der Summe von A_l und A_r gebildet wird.

Im folgenden werden die gemessenen Einzelwerte der 25 Probanden angeführt.

In der ersten Zeile stehen jeweils die Abkürzungen für Namen, Geschlecht und Alter.

Für jeden einzelnen wird beurteilend die Condylusposition bei maximaler Interkuspidation angegeben.
Die Position "zentral" ist dann gegeben, wenn im Transversal-CT der mediale, anteriore und posteriore Gelenkraum jeweils seitengleich zur Darstellung kommen und die Größenrelation anteriorer/posteriorer Gelenkspalt 1 beträgt oder gering zu gunsten des posterioren Anteils verschoben ist. Auch der craniale Gelenkraum darf keine eindeutigen Seitendifferenzen zeigen.

Bei zwei Probanden gelang die coronare Schichteinstellung nicht, weil der Kopf nicht weit genug in die Gantryöffnung vorgeschoben werden konnte.
Bei einem weiteren war wegen eines Gerätedefektes die Darstellung nur in 10mm-Schichtdicke möglich.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß vor allem anfangs die coronare Einstellung Schwierigkeiten bereitete. Die für den Patienten unbequeme Lagerung führte wegen der längeren Einstellzeit häufiger zu geringen Kopfbewegungen, die ausreichten, um "aus der Ebene zu kippen".
Bei starker Gantry-Kippung nach hinten war außerdem festzustellen, daß die tatsächlich abgetastete Schicht nicht mehr exakt mit der digital eingestellten übereinstimmte. Dies ist bei der coronaren Einstellung zu berücksichtigen.

1. A.R., m, 31 J.

ICW: 146°
A_r : 74° A_1: 72°
B_r : 16° B_1: 18° dB: 2°
Condylusposition: zentral

2. B.W., m, 26 J.

ICW: 136°
A_r : 67° A_1: 69°
B_r : 23° B_1: 21° dB: 2°
Condylusposition: zentral

3. M.E., m, 24 J.

ICW: 143°
A_r : 72° A_1: 71°
B_r : 18° B_1: 19° dB: 1°
Condylusposition: retral

4. L.U., w, 31 J.

ICW: 156°
A_r : 76° A_1: 80°
B_r : 14° B_1: 10° dB: 4°
Condylusposition: zentral

5. J.M., w, 31 J.

ICW: 131°
A_r : 64° A_1: 67°
B_r : 26° B_1: 23° dB: 3°
Condylusposition: zentral

6. B.E., w, 40 J.

ICW: 114°
A_r : 58° A_1: 56°
B_r : 32° B_1: 34° dB: 2°
Condylusposition: zentral

7. SCH.E., m, 33 J.

ICW: 141°
A_r : 71° A_1: 70°
B_r : 19° B_1: 20° dB: 1°

8. B.A., m, 29 J.

ICW: 160°
A_r : 79° A_1: 81°
B_r : 11° B_1: 9° dB: 2°
Condylusposition: zentral

9. K.E.,m,30 J.

ICW: 147°
A_r : 79° A_l: 81°
B_r : 11° B_l: 9° dB: 2°
Condylusposition: zentral

10. B.K.,m,44 J.

ICW: 134°
A_r : 67° A_l: 67°
B_r : 23° B_l: 23° dB: 0°
Condylusposition: zentral

11. R.S.,w,22 J.

ICW: 143°
A_r : 73° A_l: 70°
B_r : 17° B_l: 20° dB: 3°
Condylusposition: zentral

12. N.U.,w,23 J.

ICW: 132°
A_r : 68° A_l: 64°
B_r : 22° B_l: 26° dB: 4°
Condylusposition: zentral

13. SCH.A.,w,30 J.

ICW: 127°
A_r : 62° A_l: 65°
B_r : 28° B_l: 25° dB: 3°
Condylusposition: zentral

14. CH.C.,m,25 J.

ICW: 136°
A_r : 67° A_l: 69°
B_r : 23° B_l: 21° dB: 2°
Condylusposition: zentral

15. F.E.,w,32 J.

ICW: 131°
A_r : 67° A_l: 64°
B_r : 23° B_l: 26° dB: 3°
Condylusposition: zentral

16. C.H.,w,25 J.

ICW: 142°
A_r : 72° A_l: 70°
B_r : 18° B_l: 20° dB: 2°
Condylusposition: zentral

17. H.H.,w,30 J.

ICW: 147°
A_r : 75° A_l: 72°
B_r : 15° B_l: 18° dB: 3°
Condylusposition: zentral

18. S.E.,w,23 J.

ICW: 145°
A_r : 73° A_l: 72°
B_r : 17° B_l: 18° dB: 1°
Condylusposition: zentral

19. K.A.,m,24 J.

ICW: 154°
A_r : 78° A_l: 76°
B_r : 12° B_l: 14° dB: 2°
Condylusposition: retral

20. P.P.,m,36 J.

ICW: 175°
A_r : 88° A_l: 87°
B_r : 2° B_l: 3° dB: 1°
Condylusposition: zentral

21. L.D.,m,22 J.

ICW: 133°
A_r : 64° A_l: 69°
B_r : 26° B_l: 21° dB: 5°
Condylusposition: zentral

22. A.H.,w,20 J.

ICW: 140°
A_r : 72° A_l: 68°
B_r : 18° B_l: 22° dB: 4°
Condylusposition: zentral

23. M.H.,w,25 J.

ICW: 162°
A_r : 80° A_l: 82°
B_r : 10° B_l: 8° dB: 2°
Condylusposition: zentral

24. St.H.,w,29 J.

ICW: 146°
A_r : 71° A_l: 75°
B_r : 19° B_l: 15° dB: 4°
Condylusposition: zentral

25. K.H.,w,21 J.

ICW: 150^{o}
A_r : 78^{o} A_l: 72^{o}
B_r : 12^{o} B_l: 18^{o} dB: 6^{o}
Condylusposition: zentral
(Progenie)

Das Durchschnittsalter der Probanden(n=25) betrug 28,28 J. ($\pm$ 5.95).

Das Durchschnittsalter der weiblichen Probanden(n=14) betrug 27,36 J.($\pm$ 5.58).

Das Durchschnittsalter der männlichen Probanden(n=11) betrug 29,45($\pm$ 6.46).

Mittelwert für dB : $2,64^{o}$($\pm$ 1,32).
Mittelwert für B_r: $18,48^{o}$($\pm$ 6,48).
Mittelwert für B_l: $18,72^{o}$($\pm$ 6,59).
Mittelwert für ICW: 142^{o} ($\pm$ 12,72).

Bei 23 der 25 Probanden war die Condylusposition zentral, bei 2 Probanden retral.

Intraindividuell zeigten sich häufig geringere Asymmetrien, etwa in Bezug auf die Breite und Länge des Condylus,den Konturverlauf in den verschiedenen Abschnitten und im Hinblick auf den horizontalen Condylenwinkel.

Die Fossa kam in ihrer gesamten Circumferenz meist auffallend symmetrisch zur Abbildung.

Deutliche Unterschiede in der morphologischen Ausprägung von Condylus und Fossa zeigten sich vor allem interindividuell.

Deshalb sind in der Abb.24,a-f einige typische Beispiele angeführt.

Abb.24;b,d und f: Transversal-CT's zur Darstellung des Übergangs von der "offenen" zur "geschlossenen" Gelenkform nach PARMA.
Zu beurteilen sind vor allem die lateralen Anteile von Condylus und Fossa in ihrer unterschiedlichen topographischen Beziehung.
In (f) ist die "geschlossene" Gelenkform voll ausgeprägt.

Abb.24;a,c und e: Coronar-CT's zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Neigungsgrades der lateralen Anteile des Gelenkdaches und der superioren Condyluskontur.
Diese anatomische Variationen sind projektionstechnisch bei der Herstellung von Röntgenbildern im schräg-lateralen Strahlengang von Bedeutung.

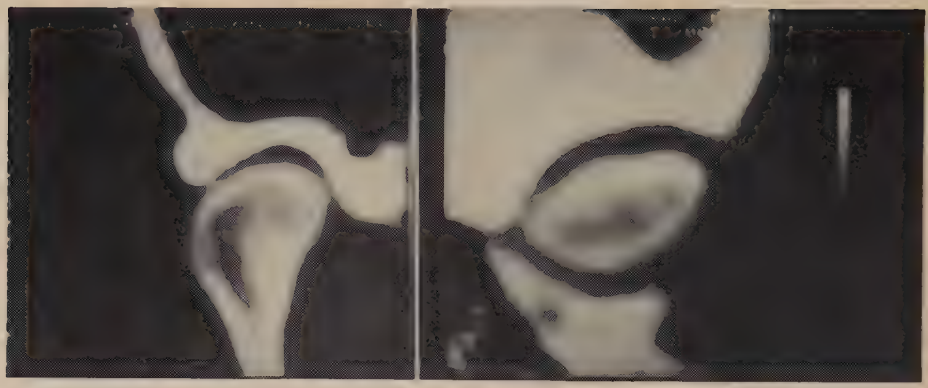


Abb.24(a,b):

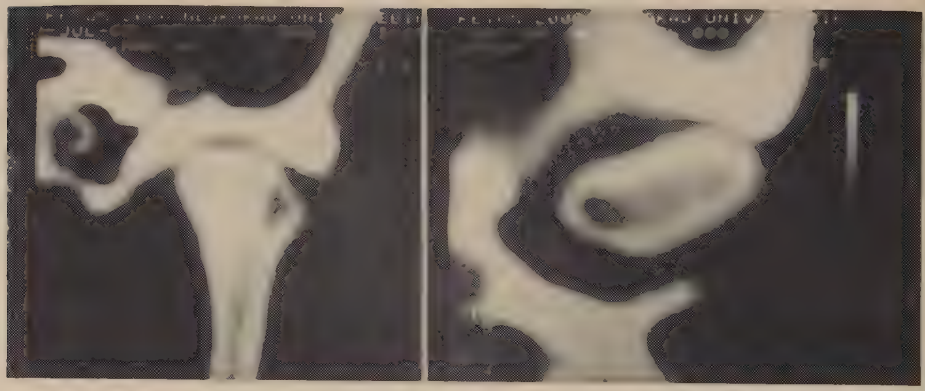


Abb.24(c,d):

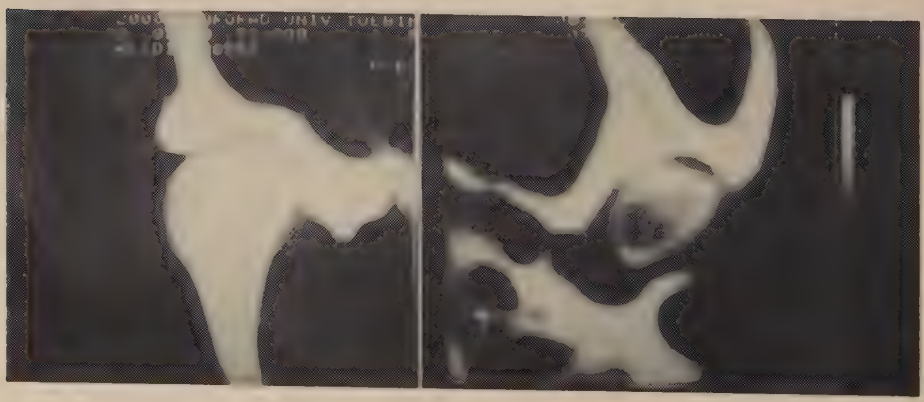


Abb.24(e,f):

IV. Möglichkeiten der computertomographischen Weichteildarstellung innerhalb des stomatognathen Systems

Ein entscheidender Vorteil der Computertomographie liegt neben der überlagerungsfreien Darstellung der anatomischen Strukturen in der Möglichkeit, auch die unterschiedlich absorbierenden Weichteile - Muskulatur, Drüsengewebe, Hirngewebe - im Graustufenbild sichtbar zu machen.

Es wurde untersucht, welche praktischen Möglichkeiten hierbei für die Weichteildiagnostik des stomatognathen Systems gegeben sind.

Dazu wurde bei einer Reihe von Patienten die Muskulatur dargestellt, wobei besonders auf die morphologische Ausprägung des M.pterygoideus lat. geachtet wurde.

Abb.25 zeigt im coronaren Schnittbild eindrucksvoll das morphologische Korrelat der neuro-muskulären Führung des Kiefergelenks.
Alle 4 Hauptkaumuskeln sind, wie der Abb.26 zu entnehmen ist, abgebildet und bei diesem Patienten mit dominanten Pressparafunktionen auch auffallend kräftig entwickelt.
Beachtenswert ist besonders die starke Entwicklung des M. masseter(Abb.27).
Auch der klinisch oft durch seine Druckdolenz imponierende hintere Bauch des M.digastricus ist im Transversalbild gut abgrenzbar.

Zur Darstellung der Muskulatur eignet sich die Fensterbreite 512 sehr gut. Sie läßt die Muskeln als relativ homogene Strukturen zur Abbildung kommen.
Der Absorptionsbereich der Muskeln liegt im Bereich zwischen +30 und +70 HE .

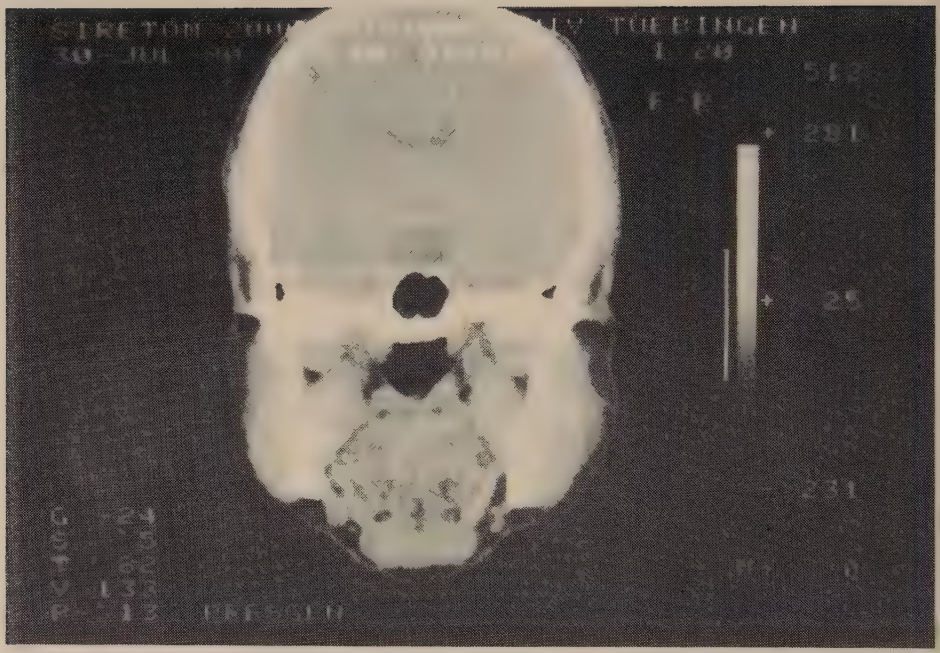


Abb.25: Coronares CT zur Darstellung der Muskulatur des stomatognathen Systems.

Die Schichtebene ist durch beide Gelenke gelegt. Fensterbreite 512, Fenstermitte 25.

Beachtenswert vor allem die direkte Abgrenzbarkeit von Drüsengewebe und Muskulatur im Graustufenbild.

Zur Identifikation der anatomischen Strukturen dient Abb.26.

Abb.26: Umzeichnung nach Abb.25 zur Identifikation der wichtigsten anatomischen Strukturen.

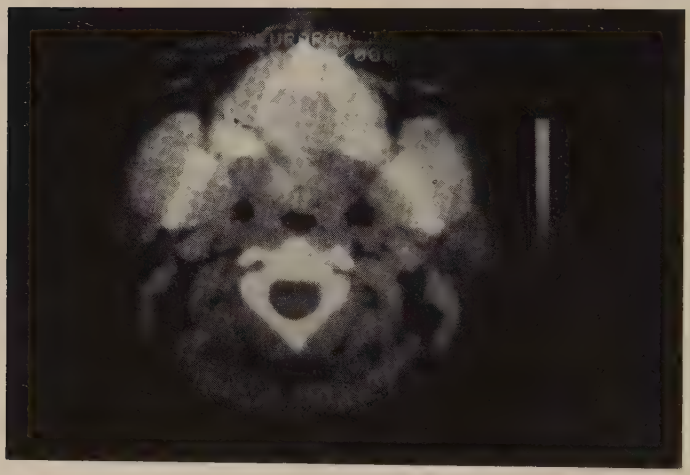


Abb.27: Transversal-CT zur Darstellung der Muskulatur des stomatognathen Systems.

Die Schichtebene liegt knapp unterhalb des Collum durch den aufsteigenden Ast des UK.

Im Vordergrund steht die ausgesprochen kräftige Entwicklung des M.masseter.

Zur Identifikation der anatomischen Strukturen dient Abb.28.

1 M.masseter

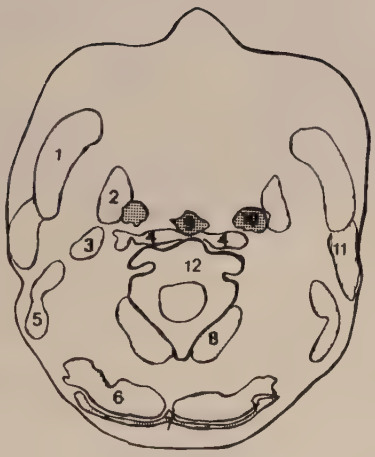
2 M.pterygoideus med.

3 M.digastricus (Vent. post.)

4 Praevertebrale Muskulatur

5 M.sternocleido-mastoideus

6 Mm. splenius et semi-spinalis capitis



7 M.trapezius

8 Tiefe Nackenmuskulatur

9 Pharynx

10 Spatium parapharyngeum

11 Gl. parotis

12 Axis

Abb.28: Umzeichnung nach Abb.27 zur Identifikation der wichtigsten anatomischen Strukturen.

Wählt man die Fensterbreite 256,so wird auch die Muskulatur selbst schon wieder in verschiedenen Graustufen entsprechend der unterschiedlichen Dichte einzelner Muskelanteile dargestellt.

Die Abb.29 zeigt die Mm.pterygoidei lat. in ihrem schrägen Verlauf vom Proc.pterygoideus,dessen Laminae medialis und lateralis ebenfalls abgrenzbar sind,zum Insertionsfeld am Collum mandibulae.
Im Bereich des Proc.coronoideus sind außerdem Teile der Temporalismuskulatur erfaßt.

Abb.30 zeigt in starker Vergrößerung einen rechtsseitigen M.pterygoideus lat..
Man erkennt deutlich in der Insertionszone den Übergang von Muskel in die strangförmige Muskelsehne(Tendo),die in mehreren Bündeln am Collum befestigt ist.
Entsprechend den Zugmaxima ist der Knochen an den Stellen höchster funktioneller Beanspruchung vermehrt.
Dies dokumentiert die osteoplastische Potenz der Muskulatur.

In der Abb.31 sind nochmals beide Mm.pterygoidei lat. abgebildet,wobei auffällig ist,daß der rechte erkennbar stärker entwickelt ist als der linke.
Diese Patientin leidet seit etwa 6 Jahren an einer hartnäckigen Myoarthropathie.
Klinisch besteht eine eindeutige terminale Seitenabweichung nach links bei der Mundöffnungsbewegung.

Die topographische Beziehung der Gl.parotis zum M.masseter wird in Abb.32 objektiviert.Das Drüsengewebe zeigt etwa einen Absorptionsbereich von +10 - +30 HE.
Bei der Fensterbreite 512 erfolgt die Darstellung homogen wie auch in Abb.33a bei einem anderen Patienten.
Abb.33b zeigt bei einer Fensterbreite von 256 Inhomogenitäten der Drüsenstruktur.Beachtenswert ist das hyperdense Areal direkt dorsal an der Hinterkante des aufsteigenden Astes.Hier verlaufen anatomisch die Leitungsbahnen der A.carotis ext.,der V.retromandibularis und des N.facialis.

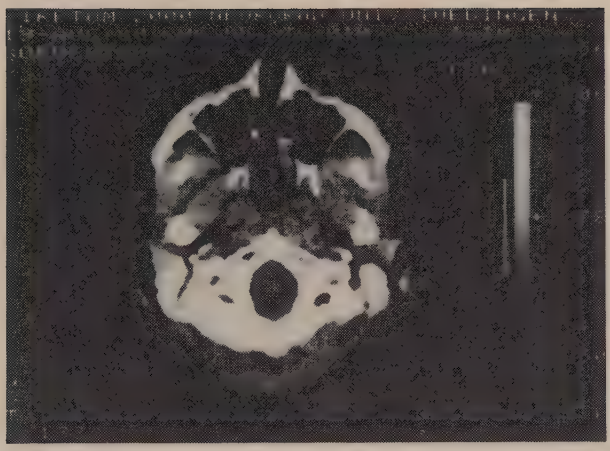


Abb.29: Transversal-CT in Höhe des Collums zur Darstellung der beiden Mm.pterygoidei lat..
Abgrenzbar sind auch die Laminae med. und lat. des Proc.pterygoideus.
Bei der Fensterbreite 256 kommen die Muskeln schon nicht mehr als homogene Strukturen zur Abbildung.

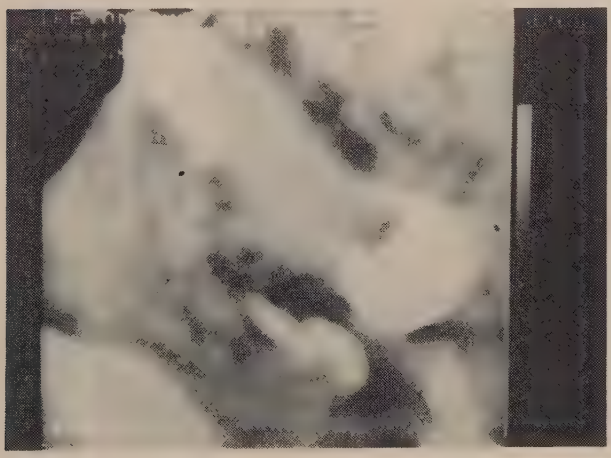


Abb.30: Ausschnittsweise Vergrößerung zur isolierten Darstellung des rechten M.pterygoideus lat..
In seinem Ansatzbereich ist die Auffaserung in einzelne Bündel sichtbar.Das Knochengewebe ist an den Stellen maximaler Zugbeanspruchung vermehrt als Ausdruck der osteoplastischen Potenz der Muskulatur.

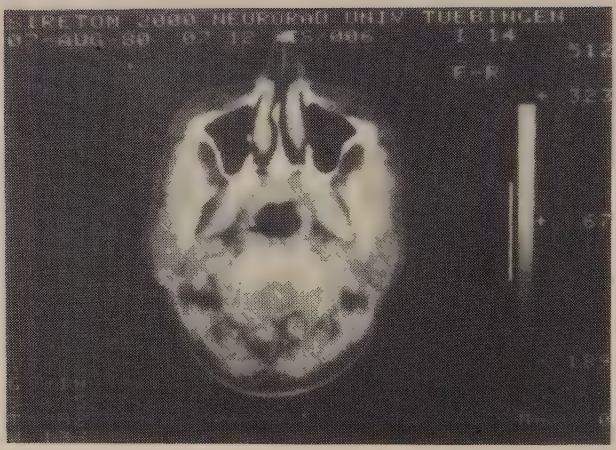


Abb.31: Tomogramm durch das obere Drittel des aufsteigenden UK-Astes.

Darstellung beider Mm.pterygoidei lat..
Der rechte Muskel kommt deutlich kräftiger zur Abbildung,was in mehreren Schichten erkennbar war.

Bei dieser Patientin besteht seit mehreren Jahren eine hartnäckige Myoarthropathie.

Das klinische Leitsymptom der terminalen Linksabweichung der Öffnungsbewegung spricht für eine Hypervalenz der rechtsseitigen Protraktoren.

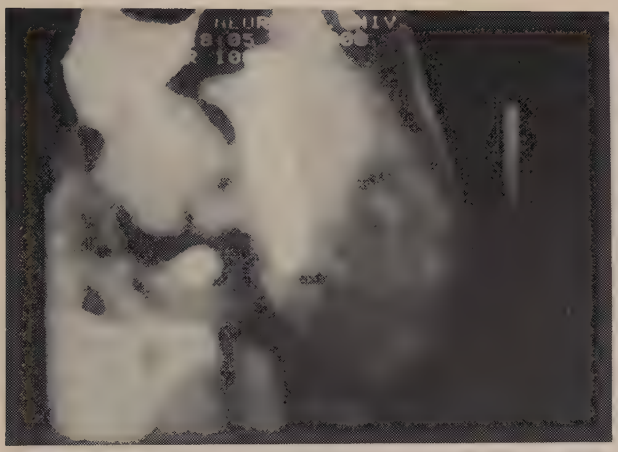


Abb.32: Ausschnittsweise Vergrößerung der rechtsseitigen Masseter-Parotisregion im Transversal-CT.

Fensterbreite 512,Fenstermitte 63.
Das Drüsengewebe ist klar abgrenzbar.
Medial vom aufsteigenden Ast ist der Proc.styloideus dargestellt.

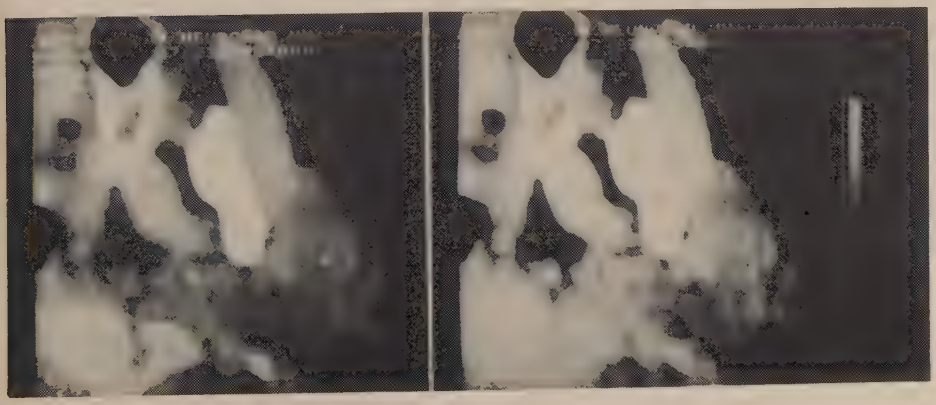


Abb.33a und b: Rechtsseitige Masseter-Parotisregion zur Verdeutlichung des Effektes der elektronischen Fenstertechnik.Die Fensterbreite 512(a) ist in (b) auf 256 reduziert,dadurch werden intraglandulär hyper- und hypodense Zonen sichtbar.
Beachtenswert auch die scharfe Abgrenzung der Hautoberfläche.

V. Computertomographische Untersuchungen des Kiefergelenks an einem Patientenkollektiv mit Myoarthropathien.

1. Untersuchungen an Myoarthropathiepatienten mit dem Befundmerkmal der seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite im schräg-lateralen Kiefergelenkröntgenbild.

In einem zweiten Kollektiv wurden Myoarthropathiepatienten computertomographisch untersucht.

Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, welche Ursachen die seitendifferente craniale Gelenkspaltweite im schräg-lateralen Röntgenbild (PALLA-Projektion $22^{o}/10^{o}$) hat.

Deshalb wurden zunächst von den Myoarthropathiepatienten Röntgenbilder beider Kiefergelenke hergestellt.

Wir verwenden als Röntgengerät dazu den RITTER-Explorer und als Einstellhilfe den Graf'schen Bogen.
SCHULTE hat diesen Bogen etwas modifiziert und zusätzlich 2 Visierklappen und einen Zentrierstift zur exakten, reproduzierbaren Einstellung entwickelt.

Vor den Aufnahmen wurde bei den Patienten beidseits die Camper'sche Ebene sowie ein Punkt 13 mm vor dem Tragusvorderrand markiert.
Bei möglichst aufrechtem Sitz des Patienten wurde die Camper'sche Ebene raumhorizontal ausgerichtet.

Alle Aufnahmen erfolgten unter genauer Kontrolle in maximaler Interkuspidation. Dies zu unterlassen, ist ein rel. häufiger Fehler, der zur Vortäuschung einer mandibulären Verlagerung führen kann.

Mit Hilfe des Klappvisiers und des Kopftellers wurde die 10^{o}-dorsal-exzentrische Einstellung vorgenommen. Das Visier war parallel zur Frontalebene des Kopfes justiert und seine Hilfsmarkierungen parallel zur Bipupillarlinie.

Der Unterrand der Kassettenhalterung lag ebenfalls parallel zur Camper'schen Ebene.

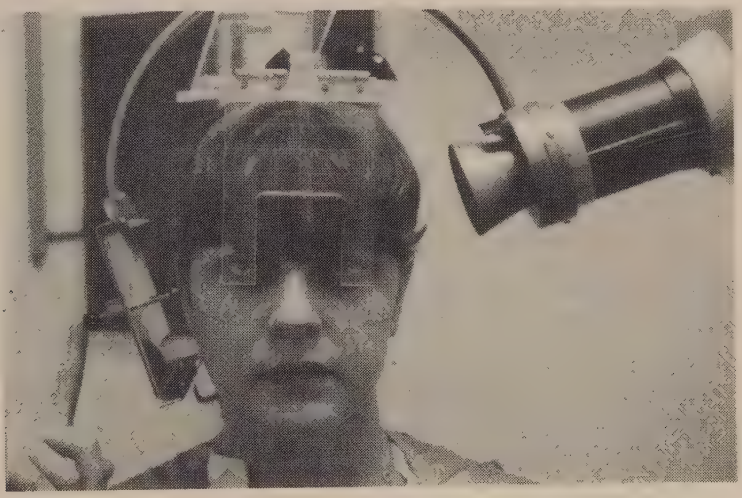


Abb.34: Einstelltechnik zur Herstellung reproduzierbarer Kiefergelenk-Röntgenbilder in schräg-lateraler Projektion ($22^{0}/10^{0}$).
Am Graf'schen Bogen befinden sich als zusätzliche Einstellhilfen noch 2 Klappvisiere und ein Zentrierstift(Konstruktion von W.SCHULTE).
Die Camper'sche Ebene ist beidseits markiert und raumhorizontal ausgerichtet.

Es wurden nur die Röntgenbilder in die Auswertung einbezogen, bei denen folgende 4 Kriterien gegeben waren:

1. Die technische Qualität muß ausreichend sein.Unscharfe oder sehr kontrastarme Bilder sind unbrauchbar.
2. Condylus,Fossa und Tuberculum articulare müssen in ihrem Konturverlauf erkennbar sein(möglichst ohne Doppelkonturen).
3. Ein zentral-craniales Bogensegment von 50^{0} des Gelenkspalts muß einwandfrei "ausgeleuchtet" sein.
4. Bei der identifizierenden Erfassung von Felsenbein und äußerem Gehörgang dürfen keine Anhaltspunkte für gröbere projektorische Verzeichnungen erkennbar werden.

Es zeigte sich,daß etwa 15% der angefertigten Bilder diese Kriterien nicht erfüllten.

Die interpretierbaren Bilder mit einer erkennbaren seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite wurden orientierend metrisch ausgewertet nach dem in Abb.35 gezeigten Schema.

Auf eine starke Vergrößerung der Röntgenbilder wurde bewußt verzichtet.

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte auf einem Leuchttisch.
Senkrecht zur Tangente an den cranialsten Punkt der Fossa wurde ebenfalls durch den höchsten Punkt der Fossa und den Condylus eine Linie eingezeichnet.
Wiederum vom höchsten Fossapunkt aus wurde auf dieser Linie eine Strecke von 7 mm abgegriffen.
An den so erhaltenen Punkt wurde beidseits ein Winkel von 25^{o} angetragen.

Im Bereich des Gelenkspalts sind somit posteriore,craniale und anteriore Gelenkspaltweite abgreifbar.

Anteriore und posteriore Gelenkspaltweite schließen zwischen sich den Bereich der "Diagnostisch relevanten Region" ein, ein Begriff,der in Anlehnung an WEINBERG(1972) gewählt wurde, der von "Diagnostic area" spricht.

Die gemessenen Werte wurden auf ganze und halbe Millimeter auf- bzw. abgerundet.
Voraussetzung für die computertomographische Diagnostik der Patienten war,daß die Differenz der cranialen Gelenkspaltweiten mindestens 1 mm betrug.

In dem Zeitraum zwischen Erstuntersuchung und computertomographischer Untersuchung wurden keine größeren therapeutischen Maßnahmen eingeleitet.

In fast allen Fällen gelang es,den Zeitraum bis zur Tomographie auf maximal 3 Tage zu begrenzen.

Die Computertomogramme wurden wie bei den gesunden Probanden ausgewertet.(Vgl.Abb.23).

Klinisch erfolgte jeweils eine komplette Funktionsanalyse mit intraoralem Status.Anschließend wurde der Typ der Myoarthropathie in der Klassifikation nach SCHULTE(1980) festgelegt.

Im folgenden werden nun die Untersuchungsergebnisse an 35 Patienten wiedergegeben.+
An ausgewählten Beispielen sollen dabei die computertomographischen Ergebnisse bildlich demonstriert werden.

+ An dieser Stelle sei den Assistenzärzten der Poliklinik, die mir bei der Zusammenstellung des Patientenguts behilflich waren,herzlich gedankt,insbesondere Herrn Kollegen Rainer Mattausch.

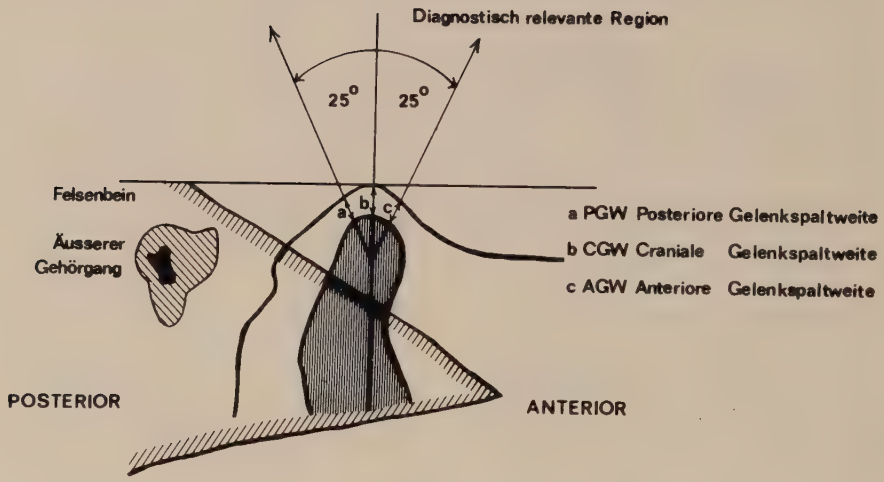


Abb.35: Auswertungsschema der Kiefergelenkröntgenbilder.

Die "interessierende Region" ist auf ein craniales Bogensegment von 50° beschränkt, an dessen Endpunkten "anteriore" und "posteriore Gelenkspaltweite" abgelesen werden.

Am cranialsten Punkt der Fossa wird die "craniale Gelenkspaltweite" wiedergegeben.

(In Anlehnung an WEINBERG 1972).

1. Bo.,N.,w,30 J.

ICW: 156° A_r: 74° A_l: 82°
B_r: 16° B_l: 8° dB: 8°

CGW_r: 5mm CGW_l: 3mm CGW_d: 2mm
AGW_r: 4mm PGW_l: 4,5mm AGW/PGW_r: 0,9
AGW_l: 2,5mm PGW_r: 2,5mm AGW/PGW_l: 1 (Vgl.Abb.35!)

Die beiden Kiefergelenkröntgenbilder der Patientin sind in Abb.36 dargestellt.

Überweisungsgrund der Patientin von der HNO-Klinik:

Linksseitige Hörminderung mit bislang einmal aufgetretenem Drehschwindel.

Klinische Funktionsanalyse:

- maximaler Schneidekantenabstand 38mm bei leicht S-förmiger Öffnungsbewegung mit terminaler Seitenabweichung nach links (2mm)
- Myogelosen am Trapeziusoberrand beidseits und in beiden Masseteren(links mehr als rechts)
- Mm.pterygoidei lat. beidseits stark druckdolent
- excessive Schliffläche im fronto-lateralen Bereich von von OK und UK,Schliffflächendominanzseite links.
- Verlust der Eckzahnführung bei prothetisch unversorgtem Lückengebiß mit Freiendlücke UK rechts und kompensatorischer starker Elongation von 16,17 und 18. 26 und 27 geringgradig elongiert.

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beginnender Limitation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK mit Kompression des linken Gelenks

Mucocele der linken Kieferhöhle

Vgl.Abb.37 und 38!

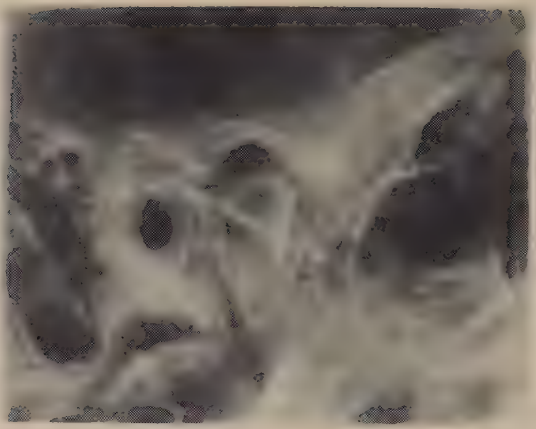


Abb.36(a

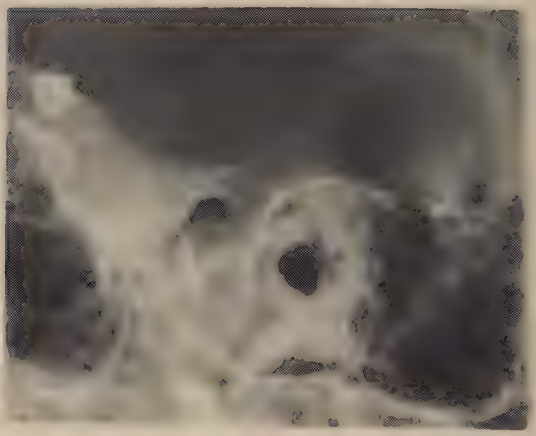


Abb.36(b

Abb.36a und b: Darstellung beider Kiefergelenke in der PALLA-Projektion(22°/10°).

Der craniale Raum des rechten Gelenks (a) kommt deutlich breiter zur Abbildung als links, wobei die Knochenstruktur des rechten Condylus in den discusnahen Anteilen bandförmig verdichtet ist.

Die Unregelmäßigkeit im Konturverlauf des posterioren Pfannenanteils des linken Gelenks (b) ist als projektionsbedingter "Additionseffekt" tiefergelegener Fossastrukturen zu interpretieren.

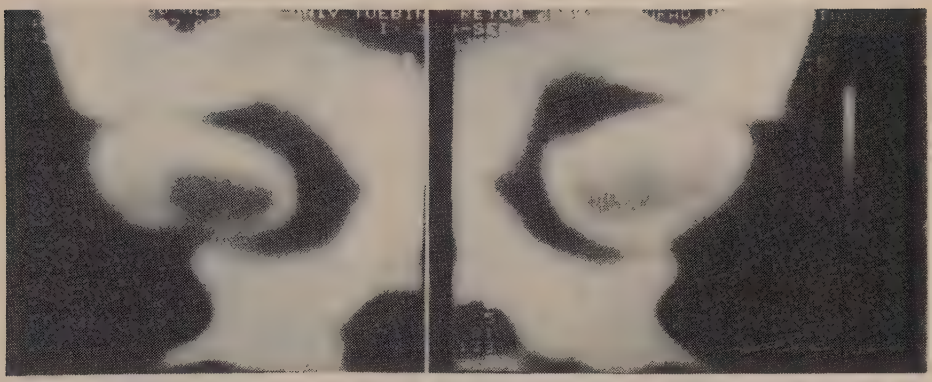


Abb.37(a)

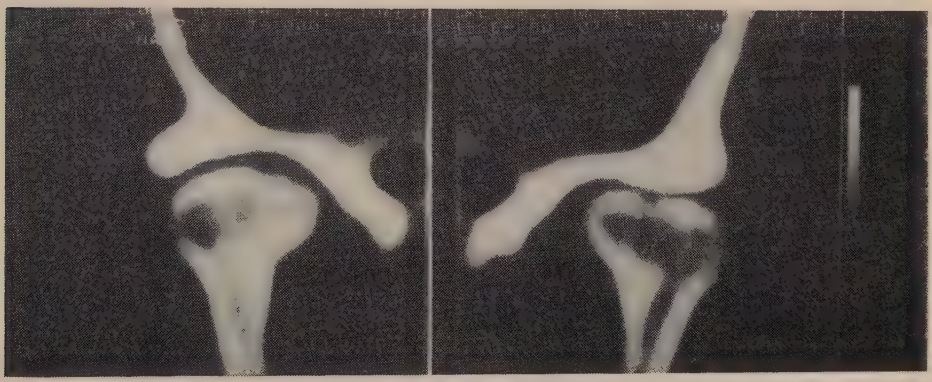


Abb.37(b)

Abb.37a,b: Computertomogramme der Patientin von Abb.36.

a: Asymmetrische Ausprägung des medialen Gelenkraums mit Einengung rechts und Erweiterung links(Linkslateralisation des UK).
Der rechte Condylus zeigt außerdem im Vergleich zum linken eine höhere Dichte unter Betonung des anterioren Drittels,eine Vergrößerung der Querschnittsfläche und des horizontalen Condylenwinkels.

b: Im Coronarschnitt kommt der craniale Raum des linken Gelenks(auf der Abb. rechts!)verschmälert zur Abbildung.Die Konturunregelmäßigkeit über dem Markierungspunkt kann als degenerative Veränderung interpretiert werden.Erkennbar auch in dieser Ebene die Lateralisation nach links.

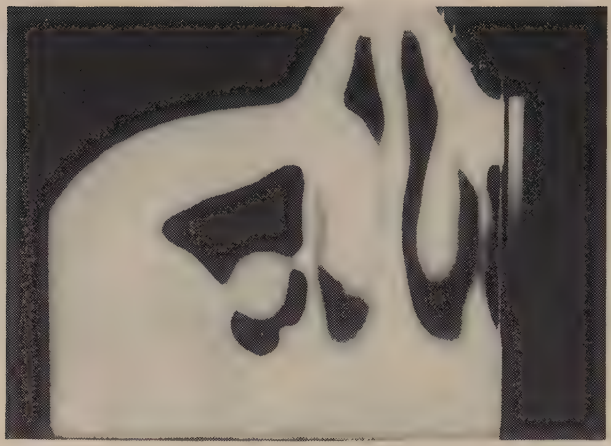


Abb.38(a)

Abb.38(b)

Abb.38: Computertomogramme bei Schichtführung durch die Kieferhöhlen der Patientin von Abb.36-37.

a: Der Bereich der linken Kieferhöhle ist vergrößert dargestellt(Faktor 3).Die Schnittebene liegt im mittleren Drittel.
Zu sehen ist im Lumen eine rundlich-glatt begrenzte Zone erhöhter Dichte(-10 - +20HE),die nach caudal an Umfang zunimmt und eine breitbasige Verbindung zum Kieferhöhlenboden hat(b).

Beurteilung: Mucocele der linken Kieferhöhle.

2. Wi.,U.,w,23 J.

ICW: 132° A_r: 70° A_l: 62°
B_r: 20° B_l: 28° dB: 8°

CGW_r: 0,5mm CGW_l: 1,5mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 1mm PGW_l: 1mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 1,5mm PGW_r: 2mm AGW/PGW_l: 0,75

Überweisungsgrund vom Hauszahnarzt: Myoarthropathie

Bei der Patientin war im August 79 eine Brücke(45-47) eingegliedert worden,seit November 79 seien Schmerzen vor allem rechts aufgetreten,die jetzt ständig anhielten und beim Kauen schlimmer würden.

Klinische Funktionsanalyse:

- maximaler Schneidekantenabstand 20mm bei starker terminaler Seitenabweichung nach rechts(6 mm)
- beide Kiefergelenke druckdolent
- M.masseter rechts hochgradig druckempfindlich,vor allem im Insertionsbereich
- Suboccipitalmuskulatur verspannt,M.bivent.post. rechts, M.pterygoideus med. rechts und Mm.pterygoidei lat. beidseits druckempfindlich
- excessive Schlifflächen fronto-lateral im OK und UK, Dominanzseite rechts
- starke Primärkontakte an der Brücke 35-37

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Limitation

CT-Beurteilung: Kompression des rechten Kiefergelenks mit geringer Linkslateralisation des UK

Die Gegenüberstellung: Röntgenbild/CT ist den Abb.39 und 40 zu entnehmen.

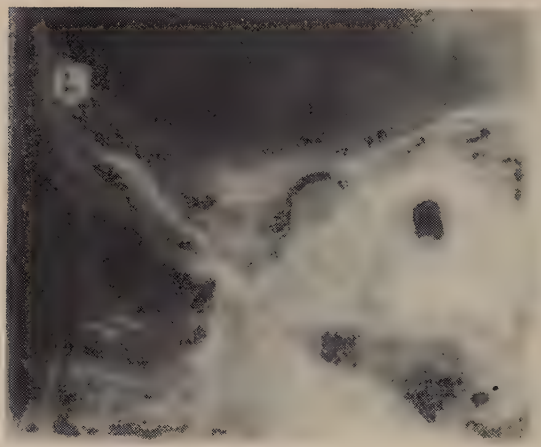


Abb.39(a)

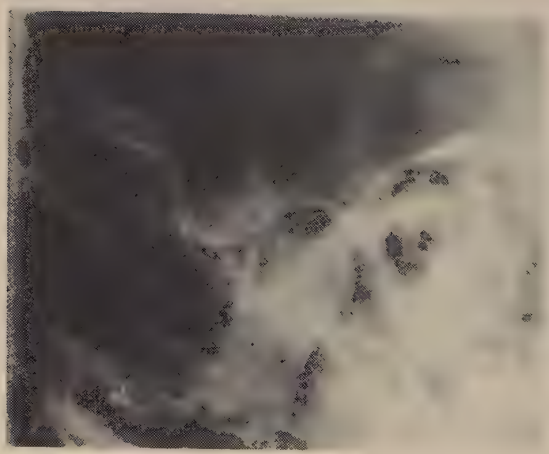


Abb.39(b)

Abb.39: Abbildung beider Kiefergelenke in der PALLA-Projektion (22°/10°).

a: Der craniale Gelenkspalt ist als schmales Band abgrenzbar.

b: Der Abstand zwischen Gelenkdach und Condylus ist nur noch andeutungsweise zu erkennen.

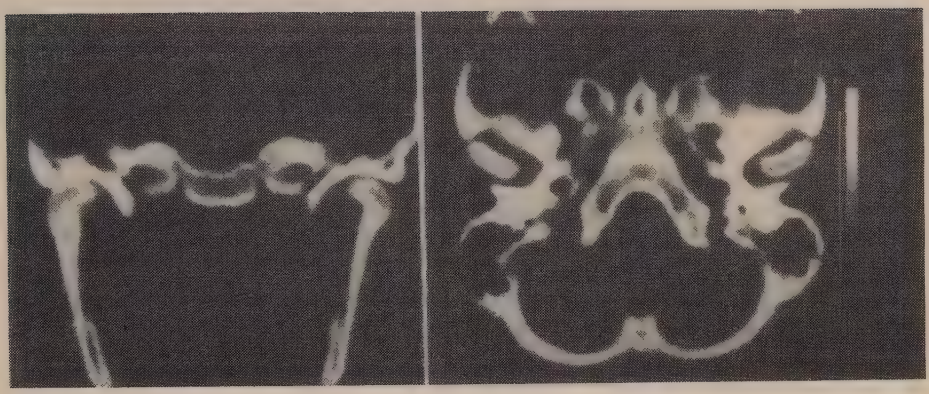


Abb.40: Coronar- und Transversal-CT der Patientin von Abb.39.

Bei der coronaren Schichtführung ist im linken Gelenk ein schmaler Abstand zwischen Gelenkkopf und Fossa zu erkennen, während dies rechts nicht mehr möglich ist. Asymmetrische Ausprägung des medialen Gelenkraums als Ausdruck der Linkslateralisation.

Im Transversal-CT kommen ebenfalls die medialen Gelenkräume unterschiedlich zur Abbildung.
Beachtenswert die schon erkennbare Vergrößerung des des horizontalen Condylenwinkels links bei terminaler Seitenabweichung der Mundöffnungsbewegung nach rechts.
Schlifflächendominanzseite rechts.

Beurteilung: Kompressionszustand des rechten Gelenks bei leichter Linkslateralisation des UK.

3. Schi.,K.,m,33 J.

ICW: 112°	A_r: 62°	A_l: 50°	
	B_r: 28°	B_l: 40°	dB: 12°
CGW_r: 2mm	CGW_l: 4mm	CGW_g: 2mm	
AGW_r: 2mm	PGW_r: 2mm	AGW/PGW_r: 1	
AGW_l: 4mm	PGW_l: 4mm	AGW/PGW_l: 1	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beginnender Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK.

4. Fr.,H.,m,45 J.

ICW: 116°	A_r: 57°	A_l: 59°	
	B_r: 33°	B_l: 31°	dB: 2°
CGW_r: 4mm	CGW_l: 5mm	CGW_g: 1mm	
AGW_r: 3mm	PGW_r: 3mm	AGW/PGW_r: 1	
AGW_l: 5mm	PGW_l: 5mm	AGW/PGW_l: 1	

Klinik:

- ausgeprägte Schlifflächen im Front- und Seitenzahngebiet von OK und UK
  Lediglich die Molaren sind noch nicht stärker abradiert und wirken bei diesem Patienten als Hypomochlion vor allem dann,wenn er seine Pressparafunktionen im Okklusionsfeld durchführt.
- Gingivitis desquamativa
- 18 und 28 hochretiniert

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Distraktion in beiden Kiefergelenken,links mehr als rechts
Linkslateralisation des UK

(Vgl.Abb.41-43)!

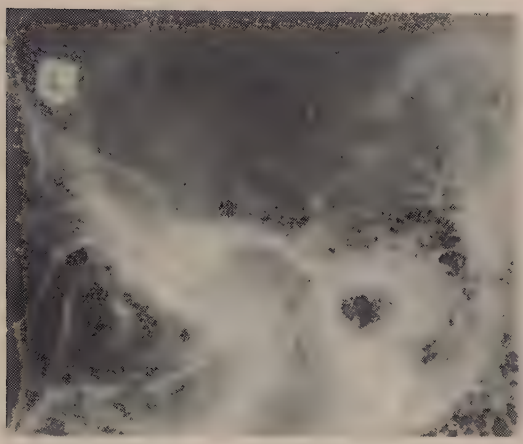


Abb.41: Röntgenbild des linken Kiefergelenks($22^{o}/10^{o}$).
Erweiterter Abstand zwischen Gelenkdach und Condylus, der projektionsbedingt leicht von vorn getroffen ist. (Horizontaler Condylenwinkel:31^{o}).

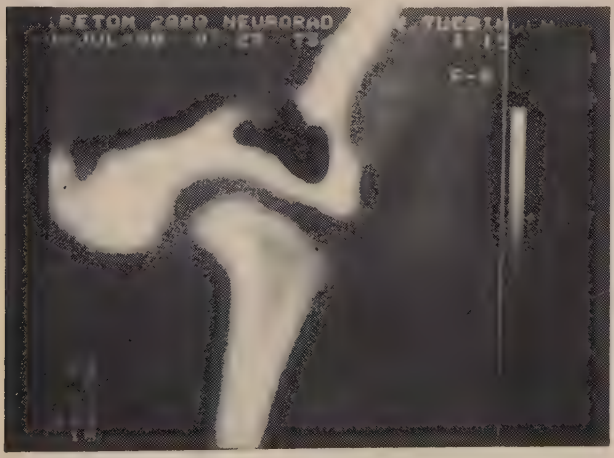


Abb.42: Vergrößerte computertomographische Darstellung der linken Gelenkregion aus Abb.43. zum direkten Vergleich mit dem Röntgenbild(Abb.41).

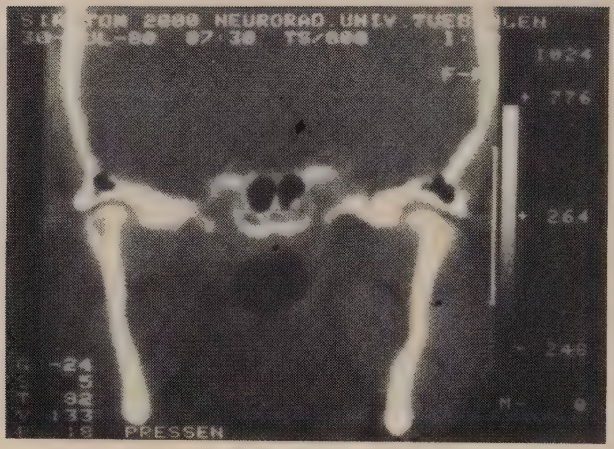


Abb.43: Coronares CT des Patienten von Abb.41 u.42.

Beidseits rel. großer Abstand zwischen Condylus und Fossakontur, links mehr als rechts.

Die Condylen erscheinen auffallend "atrophisch" bei insgesamt stark entwickelter Kaumuskulatur (Vgl. Abb. 25-28 desselben Patienten).

Ausgeprägte Pneumatisation der Jochbogenwurzel beidseits.

5. Ri.,R.,w,36 J.

ICW: 171°	A_r: 88°		A_l: 83°	
	B_r: 2°		B_l: 7°	dB: 5°
CGW_r: 3mm	CGW_l: 2mm		CGW_d: 1mm	
AGW_r: 2,5mm	PGW_r: 3mm		AGW/PGW_r: 0,8	
AGW_l: 1,5mm	PGW_l: 2mm		AGW/PGW_l: 0,8	

CT - Beurteilung : Linkslateralisation des UK
Kompression des linken Gelenks

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

6. Br.,H.,w,52 J.

ICW: 150° A_r: 74° A_l: 76° B_r: 16° B_l: 14° dB: 2°

CGW_r: 1,5mm CGW_l: 3mm CGW_d: 1,5mm
AGW^r: 2mm PGW^r_l: 2mm AGW/PGW^r: 1
AGW^r_l: 2mm PGW^r_l: 2mm AGW/PGW^r_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK,Kompression des rechten Kiefergelenks

7. Sche.,M.,m,20 J.

ICW: 175° A_r: 87° A_l: 88° B_r: 3° B_l: 2° dB: 1°

CGW_r: 3mm CGW_l: 2mm CGW_d: 1mm
AGW^r: 4mm PGW^r_l: 2,5mm AGW/PGW^r: 1,6
AGW^r_l: 4mm PGW^r_l: 2mm AGW/PGW^r_l: 2

Der Patient kam zu uns wegen Schmerzen und Knacken im linken Kiefergelenk,das plötzlich in Zusammenhang mit einem grippalen Infekt bei anamnestisch bekannter Sinusitis maxillaris aufgetreten war.

Computertomographisch wurde deshalb auch die Kieferhöhle untersucht.(Vgl.Abb.44)

Bei den schräg-lateralen Röntgenbildern kam es projektionsbedingt zur Vortäuschung einer Retrallage.(Vgl.Abb.44 u.45!)

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation
Sinusitis maxillaris

CT-Beurteilung: Geringe Anteriorisierung des linken Condylus

Sinusitis maxillaris

(Vgl.auch Abb.44!)

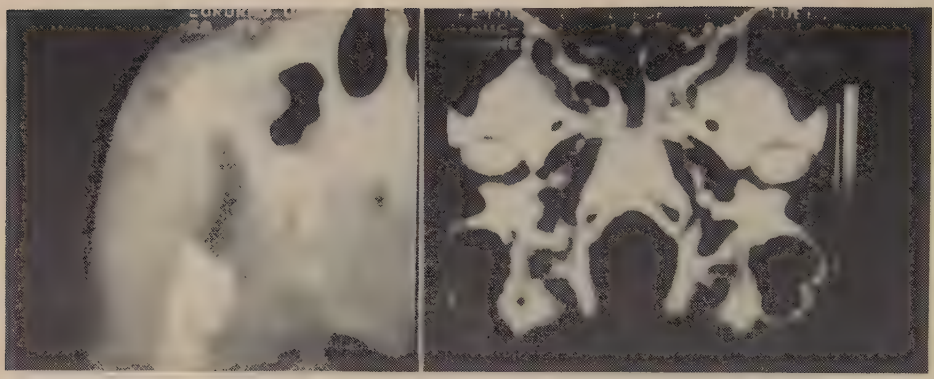


Abb.44(a)

Abb.44(b)

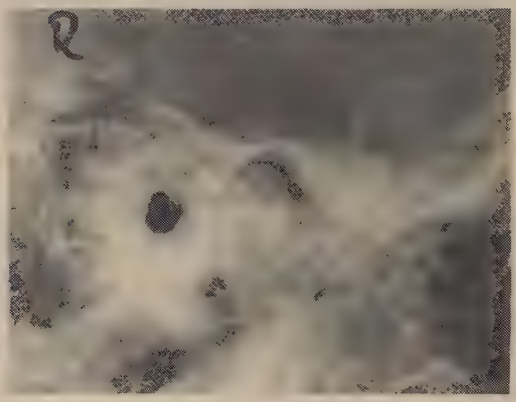


Abb.45

Abb.44: Computertomographische Darstellung der polypösen
(a) Schleimhautveränderungen der Kieferhöhle bei bekannter Sinusitis maxillaris.(Linke Kieferhöhle).
Die Schichtebene liegt im unteren Drittel der KH und verläuft gleichzeitig durch den horizontalen UK-Ast in Höhe des For.mandibulae.

(b) Im Transversal-CT kommt der linke Condylus anteriorisiert zur Abbildung,bedingt durch den spastischen Kontraktionszustand des klinisch sehr druckempfindlichen M.pterygoideus lat..Die Diskoordination der Kaumuskulatur ist hier induziert durch die gleichseitige Sinusitis maxillaris.

Abb.45: Schräg-laterales Röntgenbild des rechten Kiefergelenks ($22^{\circ}/10^{\circ}$).In diesem Fall wird eine retrale Lage des Condylus vorgetäuscht.Die 10°-dorsalexzentrische Einstellung ist bei dieser Längsachsenstellung der Condylen zu stark und kann den anterioren Gelenkraum nicht mehr "ausleuchten".
Als Hinweis für eine nicht optimale Projektion ist allerdings der Schattenwurf cranial-anterior unter der Fossakontur zu werten.

8. Kei.,E.,w,40 J.

ICW: 135° A_r: 64° A_l: 71°
B_r: 26° B_l: 19° dB: 7°

CGW_r: 1mm CGW_l: 2mm CGW_d: 1mm
AGW^r_l: 2mm PGW^r_l: 2mm AGW/PGW^r_l: 1
AGW^r_l: 2mm PGW^r_l: 2mm AGW/PGW^r_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation
Deckbiß

CT-Beurteilung: Kompression des rechten Kiefergelenks
(Vgl.Abb.46!)

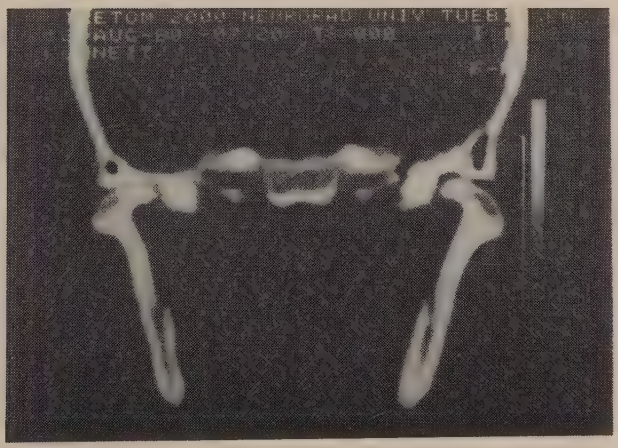


Abb.46: Coronares CT einer Myoarthropathiepatientin mit Deckbiß.

Der craniale Gelenkraum kommt rechts schmaler zur Abbildung als links.
Auffallend steil nach lateral abfallende und weit ausladende Arbeitsflächen der Condylen als Ausdruck der funktionellen Anpassung an den Deckbiß.

9. Schm.,H.,w,45 J.

ICW: 134° A_r: 64° B_r: 26° A_l: 70° B_l: 20° dB: 6°

CGW_r: 4mm AGW_r: 3mm AGW_l: 2mm CGW_l: 2mm PGW_r: 3,5mm PGW_l: 2mm CGW_d: 2mm AGW/PGW_r: 0,9 AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

Rezidivierende Lumbalgien

CT-Beurteilung: Lateralisation des UK nach rechts

Diese Patientin zeigte klinisch einen auffallend starken Verspannungszustand der Hals- und Nackenmuskulatur.
Deshalb wurde computertomographisch auch das Gelenk zwischen Dens axis und Atlas dargestellt.(Vgl.Abb.47!)

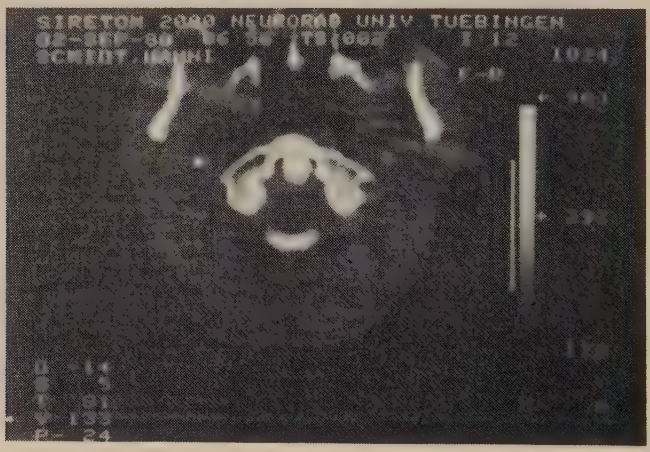


Abb.47: Transversal-CT zur Darstellung des Gelenks zwischen Dens axis und Atlas.

Der Dens erscheint um 20° nach rechts fehlrotiert.
Die oberen Kopfgelenke der Halswirbelsäule werden wie die Kiefergelenke überwiegend neuro-muskulär geführt und besitzen ebenfalls die funktionelle Wertigkeit von Rezeptororganen(TERRAHE 1979).
Das Bild unterstreicht die enge funktionelle Kopplung zwischen akzessorischer und Hauptkaumuskulatur.
Kontroll- CT's bei Probanden zeigten stets eine achsengerechte Stellung des Dens.

10. We.,I.,w,41 J.

ICW: 132° A_r: 60° A_l: 72°
B_r: 30° B_l: 18° dB: 12°

CGW_r: 3mm CGW_l: 1,5mm CGW_d: 1,5mm
AGW_r: 2,5mm PGW_r: 3,5mm AGW/PGW: 0,7
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Kompression des linken Kiefergelenks, Anteriorisierung des rechten Condylus

11. Wi.W.,m,42 J.

ICW: 131° A_r: 71° A_l: 60°
B_r: 19° B_l: 30° dB: 11°

CGW_r: 3mm CGW_l: 4mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 3mm PGW_r: 3mm AGW/PGW: 1
AGW_l: 4mm PGW_l: 4mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg.Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK,Distraktion des rechten Kiefergelenks

Bei diesem Patienten war die Dichtevermehrung im anterioren Condylusdrittel als Ausdruck der Anpassungserscheinungen an die Hypervalenz der Protraktoren besonders stark ausgeprägt. (Vgl.Abb.48 und 49!)

12. De.,H.,m,46 J.

ICW: 120° A_r: 65° A_l: 55°
B_r: 25° B_l: 35° dB: 10°

CGW_r: 3,5mm CGW_l: 5mm CGW_d: 1,5mm
AGW_r: 3 mm PGW_r: 3mm AGW/PGW: 1
AGW_l: 3 mm PGW_l: 4mm AGW/PGW_l: 0,8

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg.Limitation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK mit Anteriorisierung des linken Condylus.

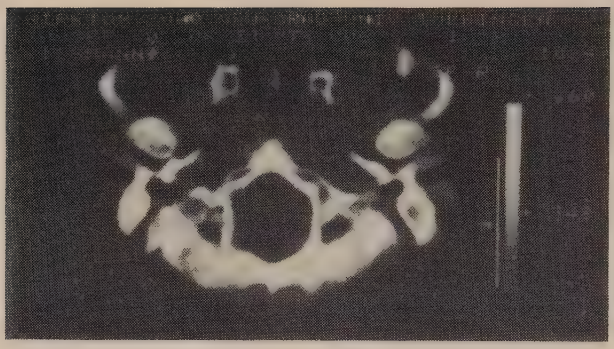


Abb.48: Transversales CT in Höhe des Ansatzes des M.pterygoideus lat.

Starke Dichtevermehrung des anterioren und medialen Condylusdrittels.
Linksseitig betonte Knochenapposition als Ausdruck der asymmetrischen Hypervalenz der Protraktoren.
Auch in dieser Ebene erkennbar die Vergrößerung des horizontalen Condylenwinkels links,die diagonal zur Schlifflächendominanzseite erfolgt.

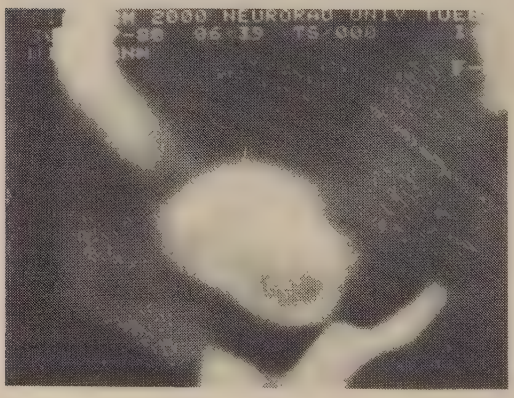


Abb.49: Ausschnittsweise Vergrößerung der linken Gelenkregion aus Abb.48.

13. Va.,B.,w,17 J.

ICW: 127^{o} A_{r}: 56^{o} B_{r}: 34^{o} A_{l}: 71^{o} B_{l}: 19^{o} dB: 15^{o}

CGW_{r}: 3mm AGW_{r}: 3,5mm AGW_{l}: 3mm CGW_{l}: 4mm PGW_{l}: 2mm PGW_{r}: 3mm CGW_{d}: 1mm AGW/PGW_{r}: 1,7 AGW/PGW_{l}: 1

Klinik:

- ausgeprägte UK-Kieferkompression
- excessive Schlifflächen fronto-lateral,Dominanzseite links
- die Selbstbeobchtung ergab kombinierte Vorschub- und Pressparafunktionen

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK , retrale Lage des rechten Condylus (Vgl.Abb.50!)

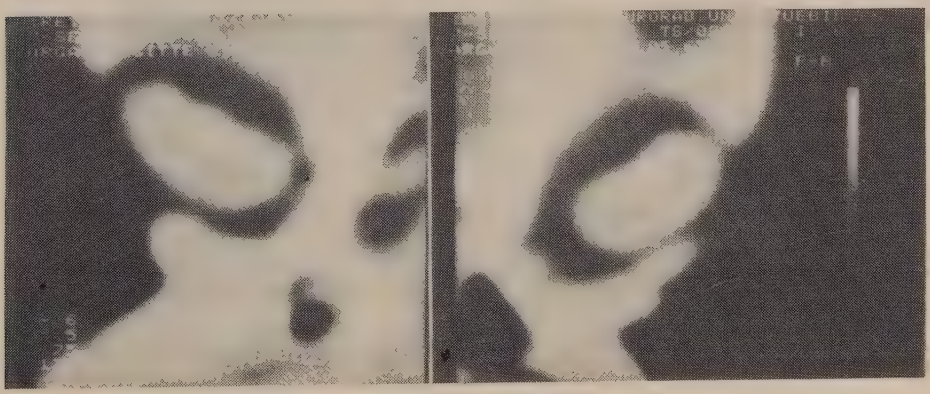


Abb.50: Verkleinerung des medialen Aktionsraums des Condylus links bei Rechtslateralisation des UK.

Im Bereich des rechten Gelenks ist der posteriore Raum nur noch gerade abgrenzbar.

Deutliche Differenz der Längsachsenstellung der Condylen.

14. Bie.,H.,w,45 J.

ICW: 136° A_r: 72° A_l: 64°
B_r: 18° B_l: 26° dB: 8°

CGW_r: 4mm CGW_l: 3mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 4mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_r: 1,3
AGW_l: 2mm PGW_r: 2mm AGW/PGW_l: 1

Da die Patientin ständig über eine "verstopfte Nase" klagte, wurde die Kieferhöhle computertomographisch dargestellt. (Vgl.Abb.51).

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK,retrale Position des rechten Condylus

Sinusitis maxillaris

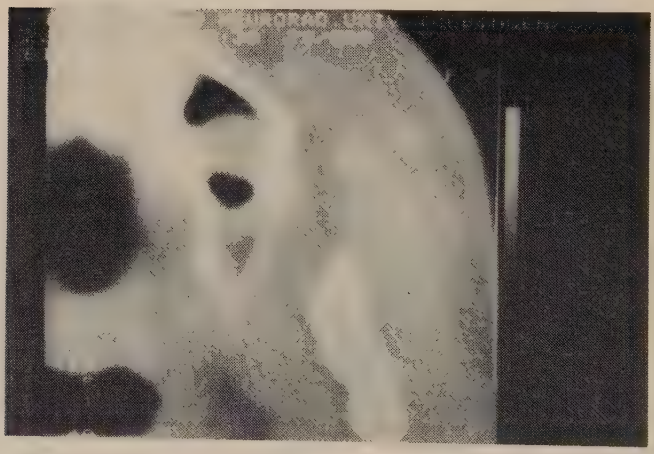


Abb.51: Transversal-CT durch das untere Drittel der rechten Kieferhöhle.

Zwischen medialer und lateraler Wand ist ein glatt begrenzter Bereich erhöhter Dichte zu sehen,der densitometrisch Werte von +5 - +20 HE zeigt.

Dabei dürfte es sich um schleimig-wässriges Material handeln,das sich als Ausdruck der vor allem in der Nasenhaupthöhle ausgeprägten katarrhalischen Schleimhautentzündung in den unteren Anteilen der KH ansammelt.

15. Be.,A.,w,23 J.

ICW: 158° A_r: 80° A_l: 78°
B_r: 10° B_l: 12° dB: 2°

CGW_r: 3mm CGW_l: 2mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 3mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Keine Verlagerung der Condylen

16. Sta.,F.,m,31 J.

ICW: 135° A_r: 62° A_l: 73°
B_r: 28° B_l: 17° dB: 11°

CGW_r: 4mm CGW_l: 3mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 4mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_r: 1,3
AGW_l: 3mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1,5

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK,
bds. retrale Lage der Condylen

17. Pi.,E.,w,37 J.

ICW: 161° A_r: 78° A_l: 83°
B_r: 12° B_l: 7° dB: 5°

CGW_r: 2mm CGW_l: 1mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Kompression des linken Gelenks

18. Kl.,H.,w,37 J.

ICW: 138° A_r: 66° A_l: 72°
B_r: 24° B_l: 18° dB: 6°

CGW_r: 3mm CGW_l: 2mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 2,5mm PGW_l: 2,5mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Lateralisation des UK nach rechts,
Distraktion des rechten Gelenks

19. Wo., K.H., m, 23 J.

ICW: 140°

A_r: 72° B_r: 18° A_l: 68° B_l: 22° dB: 4°

CGW_r: 5mm CGW_l: 3mm CGW_d: 2mm
AGW_r: 4,5mm PGW_r: 4,5mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_l: 0,7

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Distraktion des rechten Kiefergelenks, Anteriore Position des linken Condylus.

20. Dr., A., w, 25 J.

ICW: 146°

A_r: 66° B_r: 24° A_l: 82° B_l: 8° dB: 16°

CGW_r: 2mm CGW_l: 1mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm PGW_r: 2mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 1mm PGW_l: 1mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Keine Verlagerung der Condylen

21. Wa., H., w, 21 J.

ICW: 135°

A_r: 63° B_r: 27° A_l: 72° B_l: 18° dB: 9°

CGW_r: 3mm CGW_l: 2mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm PGW_r: 2mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Limitation

CT-Beurteilung: Kompression des rechten Kiefergelenks

22. Kei., H., w, 38 J.

ICW: 148°

A_r: 71° B_r: 19° A_l: 77° B_l: 13° dB: 6°

CGW_r: 3mm CGW_l: 1,5mm CGW_d: 1,5mm
AGW_r: 3mm PGW_r: 3mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 1,5mm PGW_l: 1,5mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK, Kompression des linken Kiefergelenks.

23. Di., S., m, 21 J.

ICW: 144° A_r: 74° A_l: 70° B_r: 16° B_l: 20° dB: 4°

CGW_r: 2mm	CGW_l: 1mm	CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm	PGW_l: 1mm	AGW/PGW_r: 2
AGW_l: 1mm	PGW_l^r: 0,5mm	AGW/PGW_l^r: 2

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Retrale Lage der Condylen beidseits

24. Ai., R., m, 33 J.

ICW: 129° A_r: 64° A_l: 65° B_r: 26° B_l: 25° dB: 1°

CGW_r: 2,5mm	CGW_l: 1,5mm	CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm	PGW_l: 2mm	AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2mm	PGW_l^r: 2mm	AGW/PGW_l^r: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK

25. Kn., E., m, 61 J.

ICW: 129° A_r: 65° A_l: 64° B_r: 25° B_l: 26° dB: 1°

CGW_r: 2mm	CGW_l: 3mm	CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm	PGW_l: 1,5mm	AGW/PGW_r: 1,3
AGW_l: 3mm	PGW_l^r: 3mm	AGW/PGW_l^r: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Keine Verlagerung der Condylen

26. Go., M., w, 25 J.

ICW: 143° A_r: 78° A_l: 65° B_r: 12° B_l: 25° dB: 13°

CGW_r: 3mm	CGW_l: 4mm	CGW_d: 1mm
AGW_r: 1,5mm	PGW_l: 3mm	AGW/PGW_r: 0,5
AGW_l: 3mm	PGW_l^r: 5mm	AGW/PGW_l^r: 0,6

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Anteriore Position der Condylen beidseits, Linkslateralisation

27. Bi., H., w, 30 J.

ICW: 118°

	A_r: 64°	A_l: 54°	
	B_r: 26°	B_l: 36°	dB: 10°
CGW_r: 2,5mm	CGW_l: 1,5mm	CGW_d: 1mm	
AGW_r: 2,5mm	PGW_l: 2mm	AGW/PGW_r: 1,3	
AGW_l: 2mm	PGW_l: 1,5mm	AGW/PGW_l: 1,3	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Keine Verlagerung der Condylen

28. Go., W., m, 24 J.

ICW: 136°

	A_r: 71°	A_l: 65°	
	B_r: 19°	B_l: 25°	dB: 6°
CGW_r: 3mm	CGW_l: 2mm	CGW_d: 1mm	
AGW_r: 2mm	PGW_l: 2mm	AGW/PGW_r: 1	
AGW_l: 2mm	PGW_l: 2mm	AGW/PGW_l: 1	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK

29. Gr., M., w, 38 J.

ICW: 141°

	A_r: 72°	A_l: 69°	
	B_r: 18°	B_l: 21°	dB: 3°
CGW_r: 2mm	CGW_l: 1mm	CGW_d: 1mm	
AGW_r: 1,5mm	PGW_l: 3mm	AGW/PGW_r: 0,5	
AGW_l: 1mm	PGW_l: 2,5mm	AGW/PGW_l: 0,4	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK, Anteriore Position der Condylen bds.

30. Ha., E., w, 44 J.

ICW: 128°

	A_r: 61°	A_l: 67°	
	B_r: 29°	B_l: 23°	dB: 6°
CGW_r: 4mm	CGW_l: 3mm	CGW_d: 1mm	
AGW_r: 3,5mm	PGW_l: 5,5mm	AGW/PGW_r: 0,6	
AGW_l: 3,5mm	PGW_l: 4mm	AGW/PGW_l: 0,8	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Linkslateralisation des UK, anteriore Position des rechten Condylus

31.Ge.,H.,m,21 J.

ICW: 137° A_r: 66° A_l: 71°
B_r: 24° B_l: 19° dB: 6°

CGW_r: 2,5mm CGW_l: 4mm CGW_d: 1,5mm
AGW_r: 2,5mm PGW_l: 2,5mm AGW/PGW_r: 1
AGW_l: 2 mm PGW_l: 2 mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Distraktion des linken Gelenks

32.Pr.,E.,w,37 J.

ICW: 83° A_r: 36° A_l: 47°
B_r: 54° B_l: 43° dB: 11°

CGW_r: 2mm CGW_l: 1mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 1mm PGW_l: 2mm AGW/PGW: 0,5
AGW_l: 1mm PGW_l: 1,5mm AGW/PGW_l: 0,6

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK,Anteriorisierung des rechten Condylus

33.Am.,M.,w,55 J.

ICW: 135° A_r: 61° A_l: 74°
B_r: 29° B_l: 16° dB: 13°

CGW_r: 3mm CGW_l: 1,5mm CGW_d: 1,5mm
AGW_r: 3mm PGW_l: 1,5mm AGW/PGW_r: 2mm
AGW_l: 2mm PGW_l: 1mm AGW/PGW_l: 2

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Rechtslateralisation des UK,retrale Lage der Condylen bds.

34.Ste.,E.,w,42 J.

ICW: 150° A_r: 73° A_l: 77°
B_r: 17° B_l: 13° dB: 4°

CGW_r: 4mm CGW_l: 3mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 4,5mm PGW_l: 3mm AGW/PGW: 1,5
AGW_l: 3mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1,5

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Retrale Lage beider Condylen

35. Mu.,A.,w,32 J.

ICW: 156° A_r: 80° A_l: 76°
B_r: 10° B_l: 14° dB: 4°

CGW_r: 3mm CGW_l: 4mm CGW_d: 1mm
AGW_r: 2mm PGW_l: 3,5mm AGW/PGW_r: 0,5
AGW_l: 2,5mm PGW_l: 5mm AGW/PGW_l: 0,5

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Anteriore Position beider Condylen, Linkslateralisation des UK

V.2. Untersuchungen an Myoarthropathiepatienten mit dem Verdacht auf sagittale Verlagerungen der Condylen(Kiefergelenkröntgenbild).

In einer weiteren Untersuchungsgruppe sollte herausgefunden werden,inwieweit sich eine Übereinstimmung zwischen computertomographischen und konventionell-röntgenologischen Befunden bei Verdacht auf sagittale Verlagerungen der Condylen feststellen läßt.

Dazu wurden 30 Kiefergelenkröntgenbilder,bei denen zwischen anteriorer und posteriorer Gelenkspaltweite eine Mindestdifferenz von 1 mm vorlag(vgl.Abb.35),mit den entsprechenden Tomogrammen verglichen.

In die Auswertungsgruppe kamen die Patienten,die neben einer seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite(vgl.Kap.V.1.) auch eine Differenz zwischen AGW und PGW aufwiesen. Darüberhinaus wurden nochmals 5 Patienten tomographiert mit seitengleicher CGW und einer Differenz zwischen AGW und PGW.

Es zeigte sich,daß in 27 von 30 Fällen(90%) eine Übereinstimmung zwischen der Beurteilung des Kiefergelenkröntgenbildes bei Verdacht auf sagittale Condylusverlagerungen und den Computertomogrammen zu finden war.

Drei mal kam es zur Vortäuschung einer Retrallage durch die in diesen Fällen zu starke dorsal-exzentrische Einstellung der PALLA-Projektion.(Vgl.hierzu die Abb.44 und 45!)

Im folgenden sollen zwei typische Beispiele für eine Retrallage und eine Anteriorverlagerung des Condylus bildlich dargestellt werden.(Vgl.Abb.52-54!)

1. Br.,E.,w,24 J.

ICW: 163°	A_r: 84°	A_l: 79°	
	B_r: 6°	B_l: 11°	dB: 5°
CGW_r: 3mm	CGW_l: 3mm		
AGW_r: 4mm	PGW_l: 1,5mm	AGW/PGW_r: 2,6	
AGW_l: 4mm	PGW_l: 2mm	AGW/PGW_l: 2	

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Retrale Lage beider Condylen

Die Patientin kam in unsere Behandlung mit einer Myoarthropathie,die etwa 4 Monate nach Eingliederung einer OK-Brücke 11-22 und einer UK-Brücke 41-43 aufgetreten war.
Ein zunächst eingegliederter Interzeptor ohne Vorschubbügel hatte die Beschwerden deutlich durch die Provokation von Vorschubbewegungen verschlimmert.
Der röntgenologisch erhobene positionsdiagnostische Befund wurde computertomographisch bestätigt.(Vgl.Abb.52 u.53!)

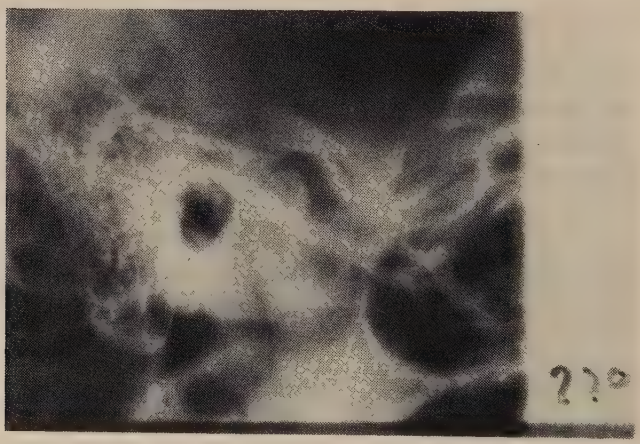


Abb.52: Schräglaterales Röntgenbild des rechten Gelenks(22°/10°)
Der Condylus ist achsengerecht getroffen und steht an der hinteren Fossawand.
Anteriorer und cranialer Gelenkspalt sind erweitert.

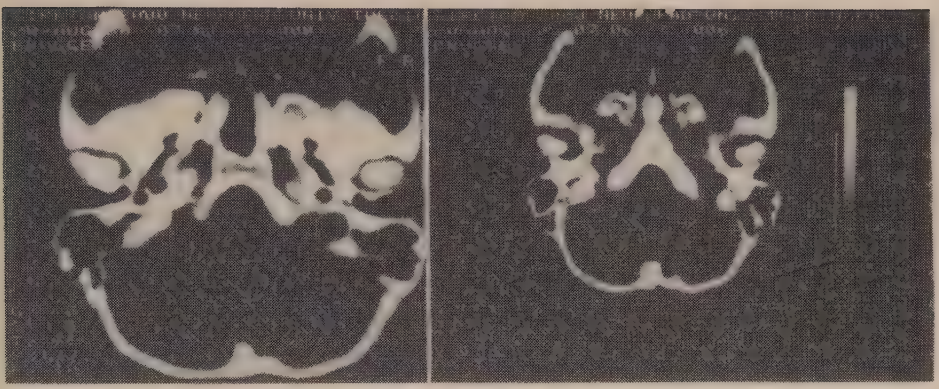


Abb.53(a)

Abb.53(b)

Abb.53(c)

Abb.53: Transversal-CT's der Patientin von Abb.52.

In -a ist bei mäßiger Vergrößerung der posteriore Gelenkspalt nicht mehr abgrenzbar, der anteriore kommt beidseits verbreitert zur Abbildung. Außerdem erscheint der mediale Aktionsraum links geringgradig größer als rechts.
In -c ist die topographische Situation des linken Gelenks bei maximaler Vergrößerung deutlicher zu erkennen.
In -b liegt die Schnittebene in Höhe der unteren Begrenzung des Gelenks.

2. Sp.,G.,w,59 J.

ICW: 152° A_r: 80° A_l: 72°
B_r: 10° B_l: 18° dB: 8°

CGW_r: 2mm CGW_l: 2mm
AGW_r: 1mm PGW_r: 3mm AGW/PGW_r: 0,3
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie, Diskoordination mit beg. Limitation

CT-Beurteilung: Anteriore Malposition des rechten Condylus

Bei dieser Patientin waren die Beschwerden im Anschluß an die Eingliederung einer UK-Brücke 43-32 aufgetreten.
Bedingt durch eine falsche Bißnahme wurde der UK in eine progene Situation zwangsgeführt.
Der röntgenologisch erhobene Verdacht auf eine Anteriorverlagerung des rechten Condylus wurde computertomographisch bestätigt. (Vgl. Abb. 54!)

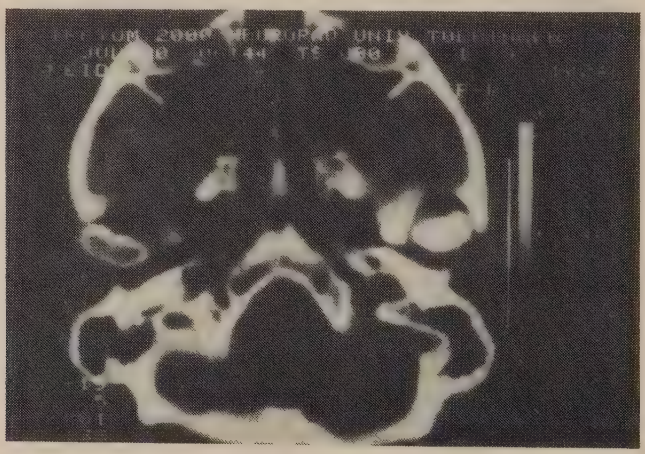


Abb. 54: CT in Höhe der unteren Gelenkbegrenzung

Der rechte Condylus steht deutlich weiter vorne als der linke und zeigt eine auffällig starke Hyperdensität.
Diese Dichtezunahme ist Ausdruck der biologischen Reaktion auf die maximale Zugbeanspruchung durch die progene Zwangsführung.
Die Lagerungstechnik war bei der sehr adipösen Pat. schwierig. Es werden nicht exakt korrespondierende Punkte beider Gelenke wiedergegeben. Links liegt die Schichtebene 2-3 mm tiefer.

3. Kl.,S.,w,30 J.

ICW: 130° A_r: 62° A_l: 68°
B_r: 28° B_l: 22° dB: 6°

CGW_r: 2mm CGW_l: 2mm
AGW_r: 2,5mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_r: 0,8
AGW_l: 4mm PGW_l: 3mm AGW/PGW_l: 1,3

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination/Subluxation

CT-Beurteilung: Retrale Condylusposition links

4. Do.,M.,w,30 J.

ICW: 117° A_r: 52° A_l: 65°
B_r: 38° B_l: 25° dB: 13°

CGW_r: 2mm CGW_l: 2mm
AGW_r: 1,5mm PGW_r: 0,5mm AGW/PGW_r: 3
AGW_l: 2mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 1

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg.Limitation

CT-Beurteilung: Keine Verlagerung der Condylen

5. Wa.,T.,w,42 J.

ICW: 134° A_r: 71° A_l: 63°
B_r: 19° B_l: 27° dB: 8°

CGW_r: 3mm CGW_l: 3mm
AGW_r: 2,5mm PGW_l: 1mm AGW/PGW_r: 2,5
AGW_l: 4mm PGW_l: 2mm AGW/PGW_l: 2

Klinische Diagnose: Myoarthropathie,Diskoordination mit beg.Limitation

CT-Beurteilung: Retrale Position der Condylen

V.3. Zusammenstellung der Ergebnisse:

Insgesamt wurden also 40 Patienten untersucht, bei denen der Vergleich Röntgenbild/CT die Hauptindikation zur Tomographie abgab.

Davon waren 28 Patienten weiblich (Durchschnittsalter: 35,6 J.) und 12 männlich (Durchschnittsalter: 33,33 J.).
Das Durchschnittsalter betrug insgesamt: 34,9 J.

Klinisch lag bei 23 Patienten (57,5%) eine Myoarthropathie vom Typ der Diskoordination mit beg. Limitation vor.
15 Patienten (37,5%) hatten eine Diskoordination/Subluxation, und 2 mal (5%) wurde eine Limitation diagnostiziert.

Die Analyse der 35 Fälle mit seitendifferenter cranialer Gelenkspaltweite ergab folgende kausal-korrelierte dominante Condylusverlagerungen:

Verlagerungen in der Transversalebene:		19 Fälle (54,3%)
	Linkslateralisationen :	10 Fälle (28,6%)
	Rechtslateralisationen:	9 Fälle (25,7%)
Verlagerungen in der Vertikalebene	:	8 Fälle (22,9%)
	Kompressionen :	5 Fälle (14,4%)
	Distraktionen :	3 Fälle (8,5%)
Verlagerungen in der Sagittalebene	:	3 Fälle (8,5%)
	Retropositionen :	2 Fälle (5,7%)
	Anteriore Positionen :	1 Fall (2,8%)
Keine Verlagerungen feststellbar	:	5 Fälle (14,3%)

Von den 30 Fällen,in denen Verlagerungen nachweisbar waren, erfolgte die Dislokation 19 mal(63,27%),computertomographisch nachweisbar,in mehreren Ebenen.
Die genannte Verlagerungsrichtung ist deshalb jeweils als die dominante Verlagerungsrichtung anzusehen.

Bei den 19 Fällen,in denen die Lateralisation die dominante Verlagerungsrichtung war,lag 14 mal(73,7%) eine beg. Limitation vor.

In insgesamt 8 Fällen war ein direkter Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Beschwerden und größeren prothetischen Maßnahmen festzustellen.
Das durchschnittliche Intervall bis zum Auftreten der Funktionsstörungen betrug etwa 5 Monate.

Bei 4 Patienten waren computertomographisch pathologische Veränderungen der Kieferhöhle nachweisbar(Sinusitis maxillaris,Mucocele).

Der Intercondylarwinkel betrug bei den Patienten im Mittel $137,95^{o}(\pm 17,38)$.
Der horizontale Condylenwinkel rechts(B_r): $21,78(\pm 9,91)$.
Der horizontale Condylenwinkel links (B_l): $20,48(\pm 9,00)$.

Diese Winkelverhältnisse zeigen,daß bei einer 10^{o}-dorsalexzentrischen Einstellung der Zentralstrahl nicht voll in der Längsachse des Condylus liegt.
Vielmehr wird das laterale Drittel leicht schräg von vorne getroffen.

Die Symmetrieüberprüfung des horizontalen Condylenwinkels ergab bei den 40 Patienten insgesamt einen Mittelwert der Differenz zwischen rechts und links von 6,95(±4,04).

Aufgeschlüsselt auf den Myoarthropathietyp ergab sich folgendes Bild:

15 Patienten mit Disk./Subl. : 4,93(± 2,87)
23 Patienten mit beg.Limitation: 8,39(± 4,19)
2 Patienten mit Limitation : 8,50
(25 Probanden) : 2,64(± 1,32)

Diese Ergebnisse wurden statistisch überprüft und mit den Werten der Probanden in Beziehung gesetzt.
Sämtliche Rechnungen erfolgten mit einem programmierbaren Tischrechner Typ 9820A der Fa.Hewlett Packard.
Die gewählten Programme folgen den Darstellungen der Lehrbücher von CAVALLI-SFORZA(1969),LINDNER(1964) und SACHS(1968) und geben die dort angegebenen Rechenbeispiele richtig wieder.

Die Prüfung auf Normalverteilung ergab eine Normalverteilung der Pat. mit beg.Lim..
Die Kollektive "Probanden" und "Pat.mit Subl." zeigten eine schiefe Verteilung.Eine Logarithmierung brachte hier keinen Erfolg.

Die einfache Varianzanalyse stellte Inhomogenitäten der 3 Messreihen fest(Probanden,Beg.L.,Subl.),die signifikant waren.

Der SCHEFFÉ-Test(homogene Gruppen(LSD-Test)) ergab signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen(IW: 5%).
(Die Signifikanzfeststellung zwischen Probanden und Subl.-Patienten wurde verworfen,weil beide Verteilungen schief waren.)

Mittels des SCHEFFE - Testes(Lineare Kontraste) ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen beg.L. und Subl.(IW: 1%) und beg.L./Subl. und Probanden(IW: 0,1%)!

Schließlich wurden selektiv die Fälle analysiert,bei denen die Differenz des horizontalen Condylenwinkels 8^{o} und mehr betrug.(n = 15).
Das wesentlichste Ergebnis brachte die Korrelation zwischen dem klinischen Merkmal "Schlifflächendominanzseite" und dem "schräg gestellten Condylus".
In 10 der 15 Fälle ließ sich eine diagonale Seitenbeziehung nachweisen,d.h. die dominant zu Parafunktionen benutzte Seite lag kontralateral zum Condylus mit dem größeren horizontalen Condylenwinkel.
In 3 Fällen war wegen umfangreicher prothetischer Maßnahmen die Festlegung einer Schlifflächendominanzseite nicht möglich. Hier erfolgte aber stets,wie in den anderen Fällen auch,die terminale Seitenabweichung der Öffnungsbewegung zur entgegengesetzten Seite des funktionell stärker beanspruchten Condylus und erwies sich somit als zuverlässiger Indikator für die Lokalisation der aktuell benutzten Schlifflächen.

Die funktionelle Wechselbeziehung zwischen Schlifflächendominanzseite und diagonalem Gelenkkopf ließ sich auch densitometrisch nachweisen.Vgl.Kap.VIII und die angeführte Bildfolge!

V.4. "Synoptische" Darstellung ausgesuchter Fälle zur Verdeutlichung des Funktionszusammenhangs zwischen exzentrischer Okklusion auf der Schlifflächendominanzseite und dem Umbau des diagonalen Gelenks.

In der Bildfolge 64-79,S.106-126,sind zur Verdeutlichung des gefundenen Zusammenhangs zwischen exzentrischer Okklusion auf der Schlifflächendominanzseite und dem Umbau des kontralateralen Gelenks 3 Fälle "synoptisch" wiedergegeben.

FALL 1: (Abb.55 - 63)!

Der Patient wurde vom Hauszahnarzt überwiesen wegen Kiefergelenkschmerzen,die vor allem auf der rechten Seite auftraten und sich beim Kauen verschlimmerten.

Leitsymptom der klinischen Funktionsanalyse war eine terminale Seitenabweichung der Öffnungsbewegung nach rechts(3mm) bei ebenfalls rechtsseitig lokalisierter Schlifflächendominanzseite.
Myoarthropathietyp: Diskoordination mit beg. Limitation.

Die Selbstbeobachtung objektivierte Parafunktionen in einer rechts-exzentrischen Okklusionsstellung.(Vgl.Abb.55 u.56).

Röntgenologisch zeigte sich eine seitendifferente craniale Gelenkspaltweite.(Abb.57).

Die Ergebnisse der CT-Diagnostik sind den Abb.58 -60 zu entnehmen.Auffälligstes Befundmerkmal war die linksseitige deutliche Vergrößerung des horizontalen Condylenwinkels.

Die densitometrische Auswertung zeigte ein rel. gleichmäßig höheres "Dichteniveau" des linken Condylus(ca.20%). (Vgl.Abb.61 - 63).

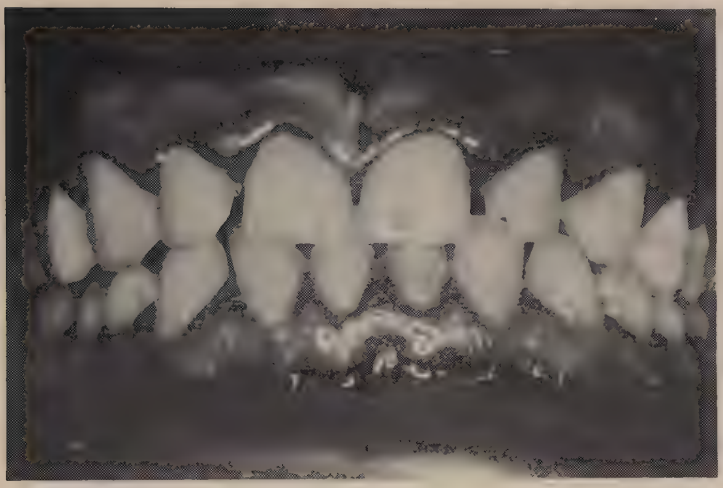


Abb.55: Okklusion in maximaler Interkuspidation
Die UK-Mittellinie ist im Vergleich zum OK um 3mm nach links verschoben. Erkennbar sind incisal-excessive Schlifflächen an 21 und 11 sowie am rechten oberen Eckzahn.
Beachte den Unterschied in den freiliegenden Zahnhälsen zwischen 13 und 23 und die Lückenbildungen.

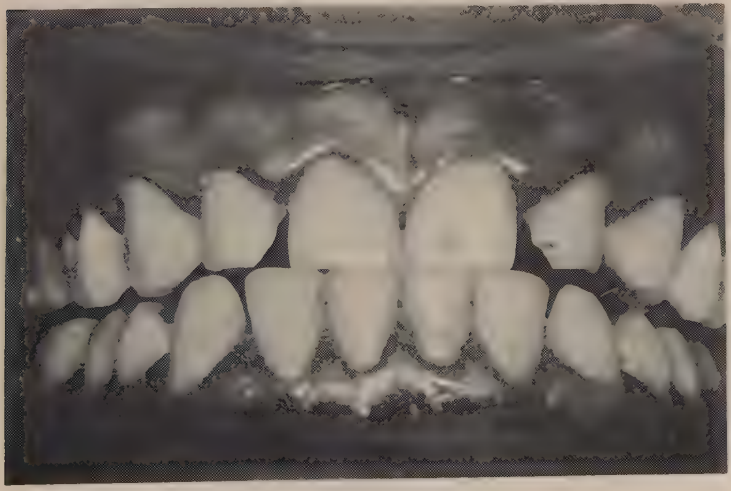


Abb.56: Schlifflächen in Kongruenzkontakt.
Der UK ist dabei nach rechts in die exzentrische Okklusionsstellung verschoben. Diese Rechts- "Verschiebung" findet sich bei der maximalen Mundöffnung wieder.
Das linke Gelenk wird funktionell besonders beansprucht. (Vgl. Abb.60).

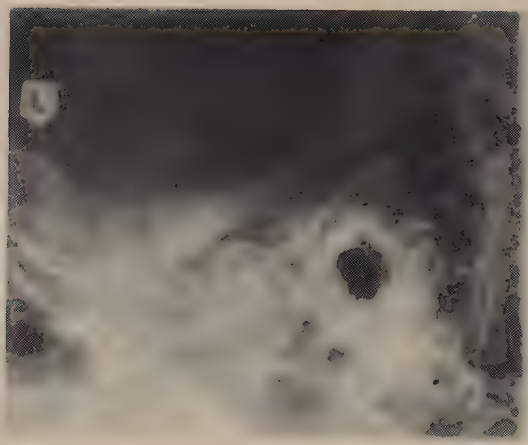


Abb.57(a)

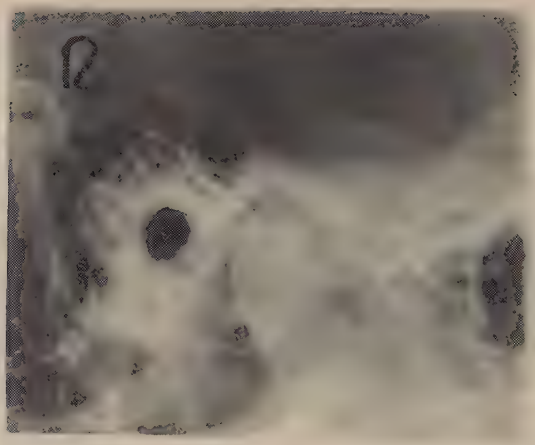
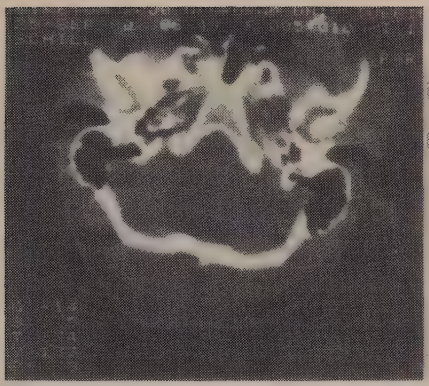


Abb.57(b)

Abb.57: Schräg-laterale Röntgenbilder in der PALLA-Projektion (22°/10°).

Beide Condylen sind schräg von vorn getroffen, links (a) deutlich stärker als rechts (b).

Der craniale Gelenkspalt kommt auf der linken Seite "erweitert" zur Abbildung. Dies wird mitverursacht durch die rel. steil abfallende Arbeitsfläche des linken Condylus. (Abb.58 u.60).



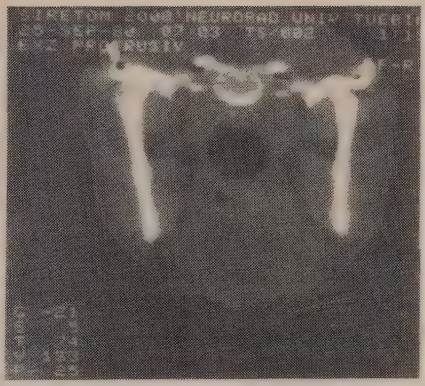


Abb.58 (a)

Abb.58 (b)

Abb.58: Übersichts-CT's.
Im Transversalbild(a) fällt eine deutlich asymmetrische Ausprägung des horizontalen Condylenwinkels auf. Dieser ist links vergrößert.Seitendifferente Darstellung des medialen Aktionsraums.
Durch seine "Schrägstellung" kommt der linke Condylus im Coronar-CT in latero-medialer Richtung kleiner zur Abbildung.Beachte die unterschiedlich steil nach lateral abfallenden Arbeitsflächen der Condylen.

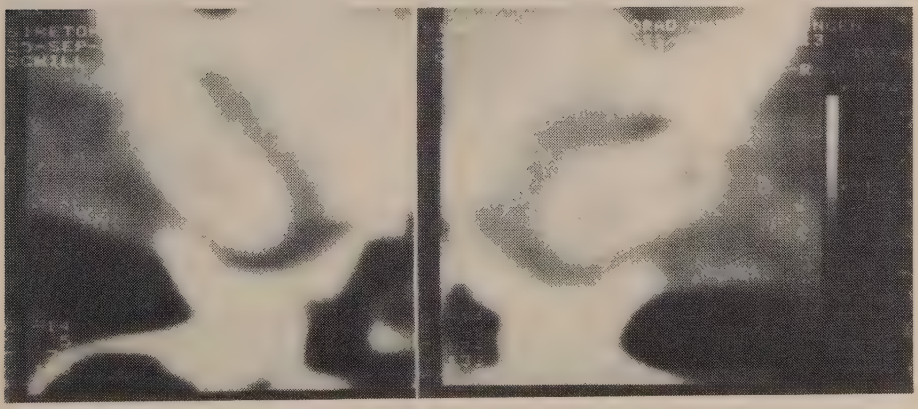


Abb.59: Vergrößerung der beiden Gelenkregionen aus Abb.58(a).
Der linke Gelenkkopf ist durch die funktionelle Prägung der rechtsseitigen Schlifflächendominanzseite im Sinne einer "Einwärtsdrehung" umgebaut.
Der mediale Gelenkraum ist rechts etwas größer als links als Ausdruck einer rechts-lateralen "Dezentrierung".Beachte auch die unterschiedliche topographische Beziehung zwischen lateralem Condylenpol und Jochbogenwurzel.

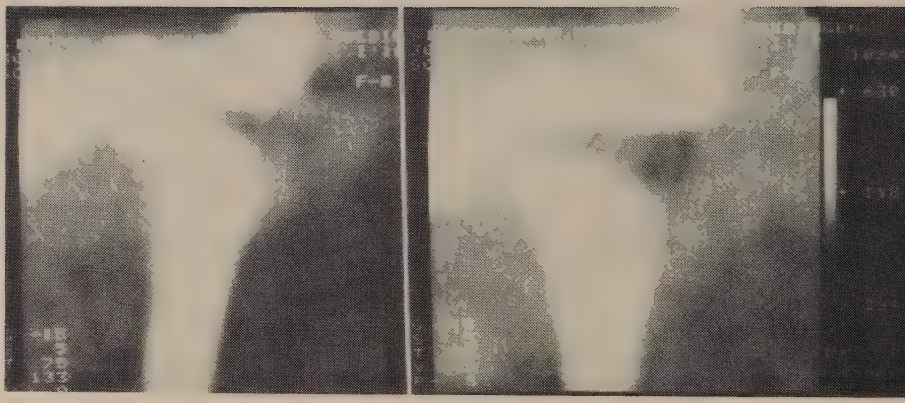


Abb.60(a)

Abb.60(b)

Abb.60: In (a) ist das linke Gelenk aus Abb.58(b) vergrößert dargestellt.

(b) zeigt die Situation nach Einnahme der rechts-exzentrischen Okklusionsstellung.(Vgl.Abb.56).

Der Condylus hat eine Abwärts- und leichte Rechts-lateralbewegung gemacht.
Vgl.auch Kap.VI !

Abb.61 - 63: Densitometrische Analyse der Condylen.

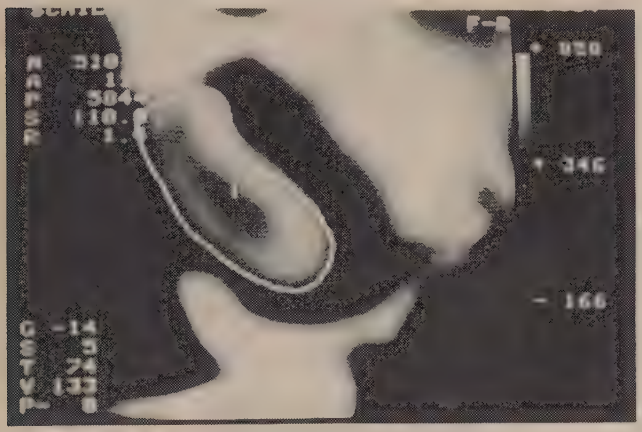


Abb.61 (a)

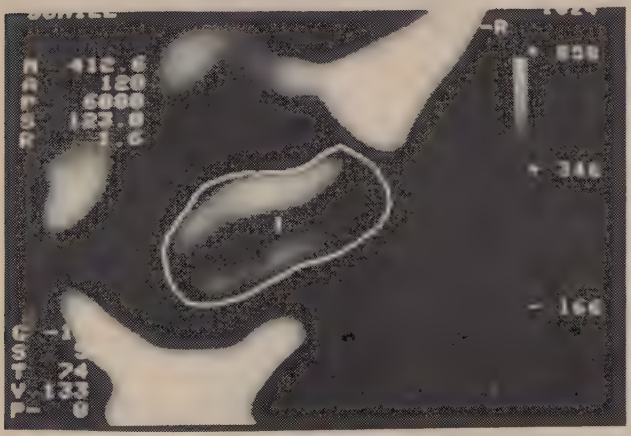


Abb.61 (b)

Abb.61: Die Condylen sind als "Region of Interest" (ROI) markiert.

Das arithmetische Mittel der 5844 gemessenen Schwächungswerte des linken Condylus(a) beträgt 510.8. (Rechter Condylus: 412.6 bei 6080 gemessenen Werten).

Die "Dichte" liegt somit im linken Gelenkkopf um ca. 20% höher.

(Vgl.auch Kap.VIII).

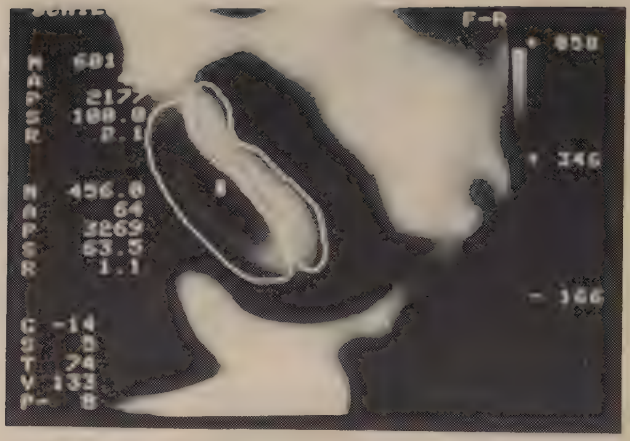


Abb.62 (a)

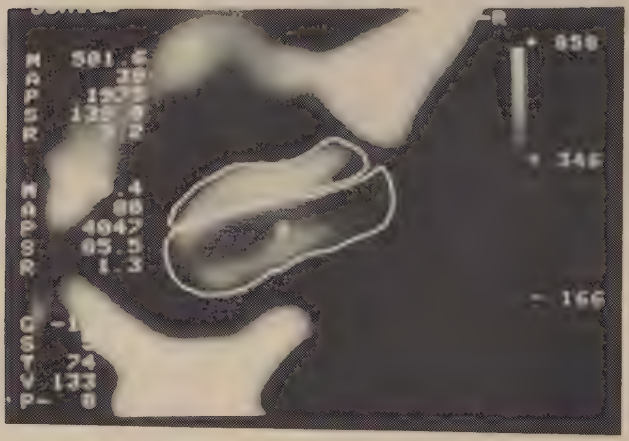


Abb.62 (b)

Abb.62: Jeder Condylus ist in zwei ROI's aufgeteilt:

Die Dichte ist im anterioren Drittel(ROI I) beidseits deutlich höher als in den übrigen Abschnitten(ROI II).

Das um etwa 20% höhere Dichteniveau des linken Condylus ist in beiden markierten Regionen konstant.

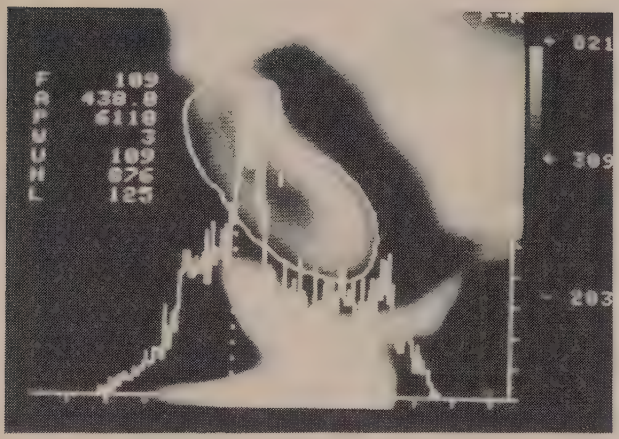


Abb.63 (a)

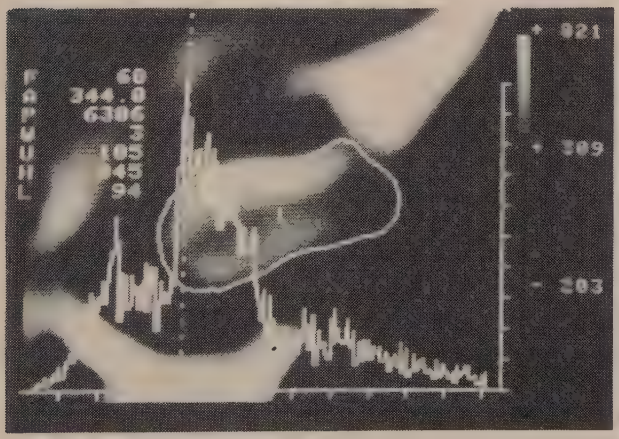


Abb.63 (b)

Abb.63: Histogramme der Dichteverteilung der beiden Condylen.

Auf der Abszisse sind die Schwächungswerte aufgetragen, von links nach rechts mit zunehmender Maßzahl und auf der Ordinate die Absolutzahl der gemessenen Einzelwerte.

Die gestrichelte Linie zeigt den häufigsten gemessenen Einzelwert an.
(Der Schwächungswert 438 wurde z.B. 109 mal gemessen(à).

Der Vergleich beider Histogramme zeigt die Kurvenverschiebung der Werte des linken Condylus in den Bereich der höheren Dichtestufen.

FALL 2: Abb. 64 - 71.

Die Bildfolge 64-71 stellt einen Patienten vor,der klinisch die Symptomatik einer Myoarthropathie vom Typ der Diskoordination/Subluxation zeigte.

Der maximale Schneidekantenabstand betrug 70mm bei S-förmigem Öffnungsbewegungsmuster und terminaler Seitenabweichung nach links(2mm).

Die computertomographische Untersuchung objektivierte den stark vergrößerten horizontalen Condylenwinkel rechts und die diagonale Beziehung zur Schlifflächendominanzseite(Abb.64,68, 69).
Der Weg von der Zentrik in die Exzentrik ist wegen des bestehenden Deckbisses besonders groß und führt zu einem ausgeprägten "Distraktionszustand" des rechten Gelenks.(Vgl.Abb.65,66, und 70.)
Densitometrisch zeigte der rechte Condylus deutlich höhere Schwächungswerte als der linke,wobei die Dichtezunahme rechts besonders im anterioren Drittel ausgeprägt war.(Abb.71)

Abb.64: Typische incisal-excessive Schlifflächen der UK-Front. Die Abrasionen haben an 41,31 und 32 bereits zu starkem Substanzverlust und Dentinfreilegung geführt. Schlifflächendominanzseite: links

Abb.65: Frontzahnbereich in maximaler Interkuspidation.
Deckbiß
Die UK-Mittellinie ist nur geringgradig nach rechts verschoben(1,5mm).

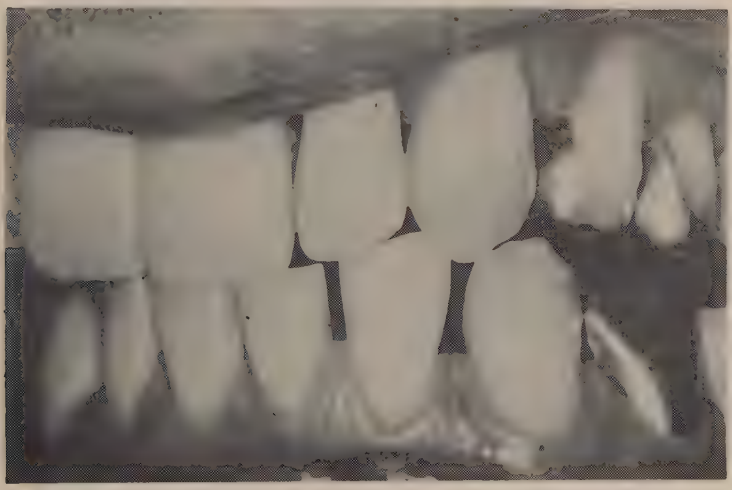


Abb.66: Exzentrische Okklusionsstellung auf der Schlifflächen-dominanzseite.
Der UK ist um eine untere Schneidezahnbreite nach links verschoben.Bei der Mundöffnung besteht eine terminale Seitenabweichung nach links.
Kongruenzkontakte zwischen 21 und 31,41 sowie zwischen der distalen bzw. mesialen Kante von 22 und 33 und der mesialen bzw. distalen Kante von 23 und 33.

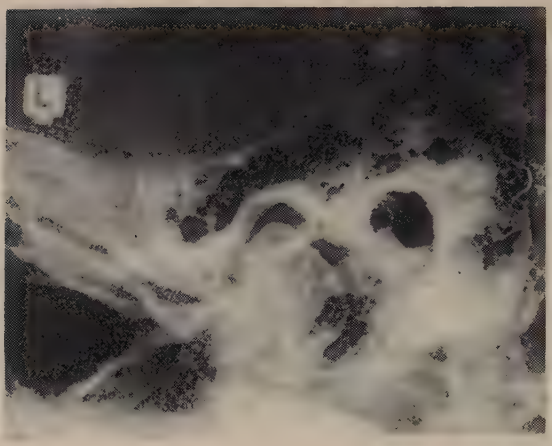


Abb.67 (a)

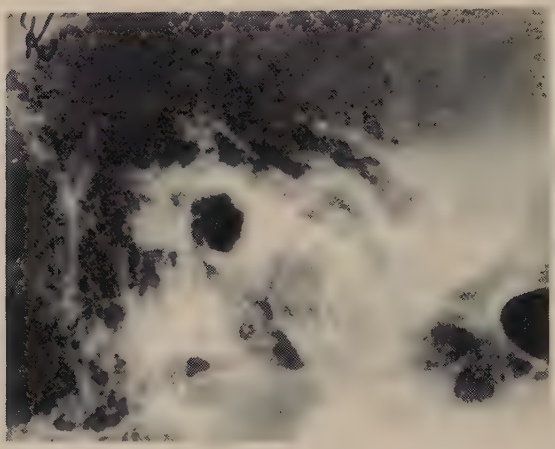


Abb.67 (b)

Abb.67: Röntgenbilder in der PALLA-Projektion($22^{o}/10^{o}$).

Beide Condylen sind - bei vergrößertem horizontalen Condylenwinkel(Abb.68) - von vorne getroffen,rechts(b) mehr als links(a).

Linksseitig kommt der retrocondyläre Raum etwas breiter zur Abbildung als rechts.

Seitengleiche craniale Gelenkspaltweite.

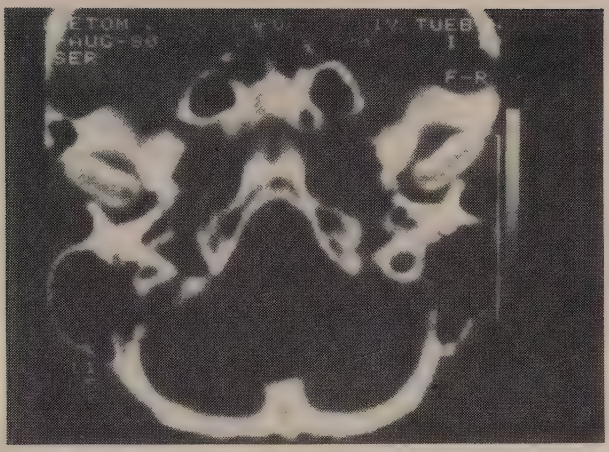


Abb.68: Deutlich seitendifferente Ausprägung des horizontalen Condylenwinkels,der rechts - diagonal zur Schlifflächen-dominanzseite - vergrößert ist.
Sagittale Asymmetrie der Gelenke,das rechte Gelenk liegt "weiter vorne".

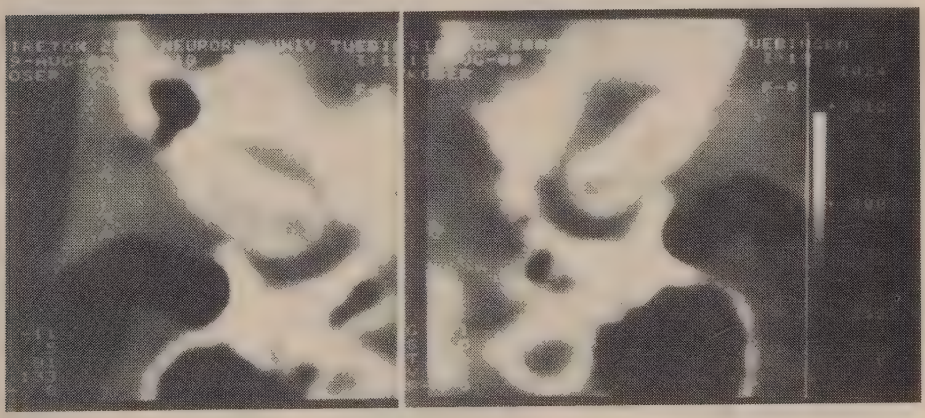


Abb.69: Ausschnittsweise Vergrößerung der beiden Gelenkregionen aus Abb.68 zur Verdeutlichung des vergrößerten horizontalen Condylenwinkels rechts.
Der rechte Condylus erscheint im medialen Drittel leicht "abgewinkelt".
Geringe Asymmetrie in der Ausprägung des medialen Aktionsraums.

Abb.70(a-f): Computertomographische Gelenkdarstellung in exzentrischer Okklusion auf der Schlifflächendominanzseite.

a - b : Zur Ausgangslage vergleiche Abb.69!

Der rechte Condylus hat eine Abwärts-Vorwärts-Seitwärts-Bewegung gemacht,um in die exzentrische Position zu gelangen.

In (a) ist er nur noch eben "angeschnitten" und in (b) 5mm tiefer wieder voll dargestellt.

Beachte den unterschiedlichen Abstand zwischen Gelenkkopf und medialer Fossawand.

c - d : Coronar-CT in maximaler Interkuspidation(c) und und Exzentrik(d).

e - f : Ausschnittsweise Vergrößerung des rechten Gelenks aus c und d.

Der Distraktionszustand des kontralateral zur Schlifflächendominanzseite gelegenen Gelenks ist bei diesem Patienten durch den tiefen Überbiß besonders ausgeprägt.

Die maximale Dehnung des Kapsel-Band-Apparates äußert sich klinisch in einem maximalen Schneidekantenabstand von 70mm.

In diesem Zusammenhang sei nochmals darauf hingewiesen,daß "die häufigste Ursache für die Manifestation der Myoarthropathie die exzentrische Okklusion mit Parafunktionen auf excessiven Schlifflächen darstellt"(SCHULTE 1972).

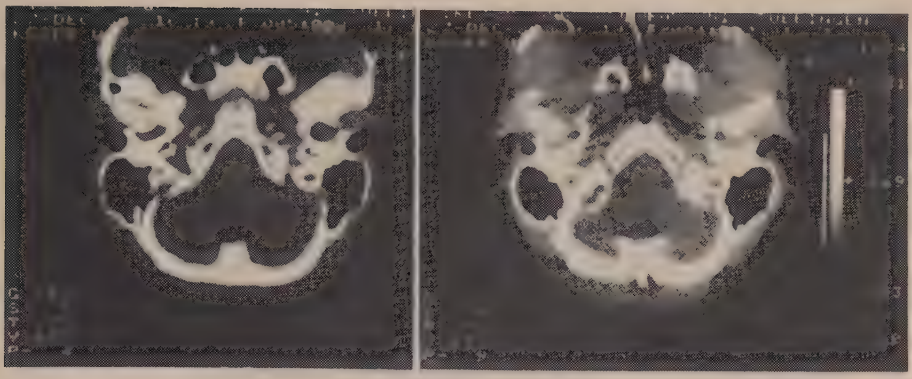


Abb.70(a - b)

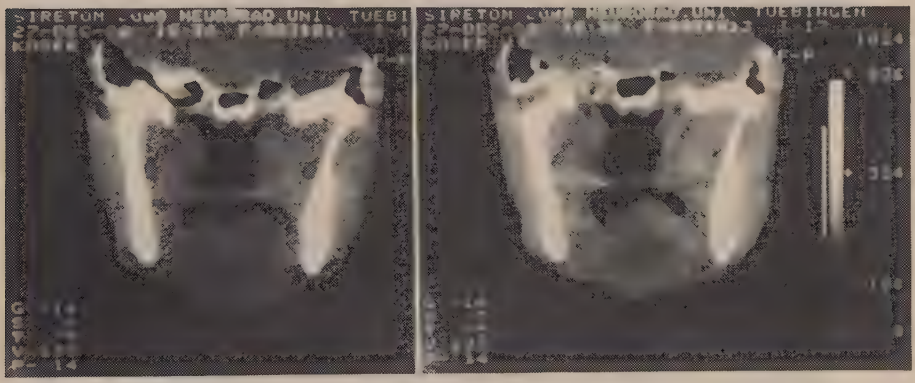


Abb.70(c - d)

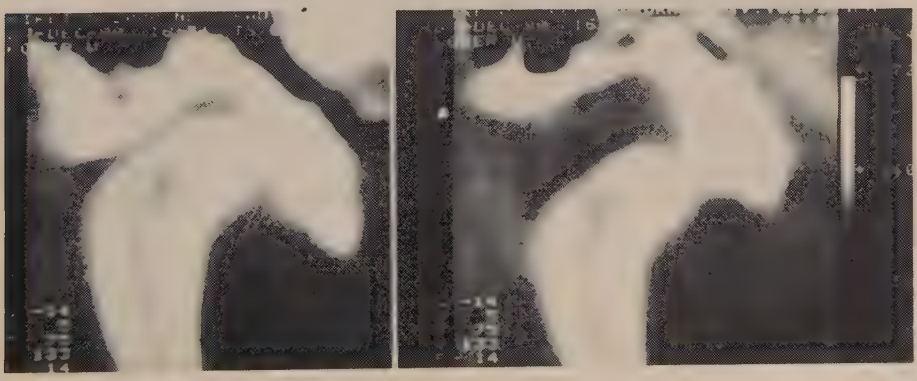


Abb.70(e - f)

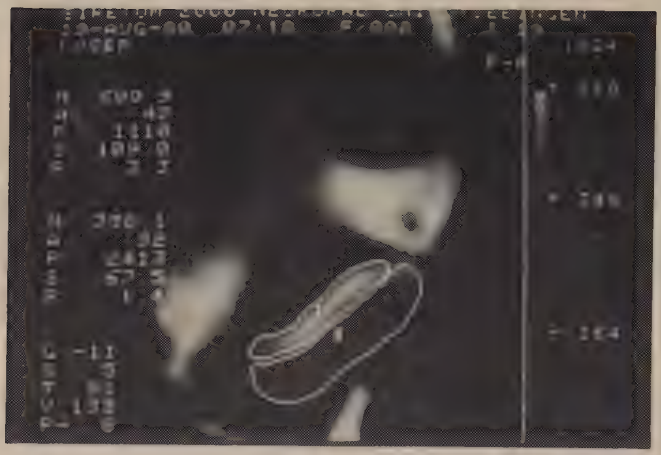


Abb.71(a)

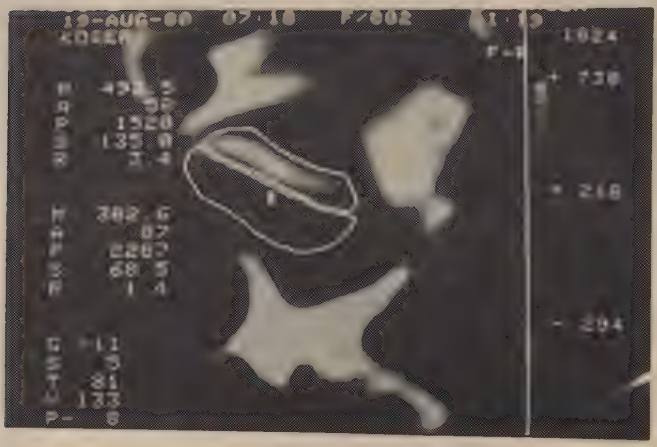


Abb.71(b)

Abb.71: Densitometrische Analyse: ROI-Auswertung

Der rechte Condylus(a) zeigt im anterioren Drittel um 20% und in den posterioren Anteilen um ca.10% höhere Dichtewerte als der linke(b).

FALL 3: Abb.72 - 79

Die Bildfolge 72-79 zeigt einen Patienten mit einer Myoarthropathie vom Typ der Diskoordination mit beg. Limitation.

Bei der Mundöffnung bestand eine terminale Seitenabweichung nach rechts(Vgl.Abb.72) bei ebenfalls rechts lokalisierter Schlifflächendominanzseite(Abb.72-74).

Computertomographisch konnte wiederum eine auffällige Vergrößerung des horizontalen Condylenwinkels des linken Gelenkkopfes objektiviert werden(Abb.76),der außerdem als Zeichen einer funktionell-asymmetrischen Beanspruchung densitometrisch höhere Werte zeigte als der rechte.(Vgl.Abb.79!)

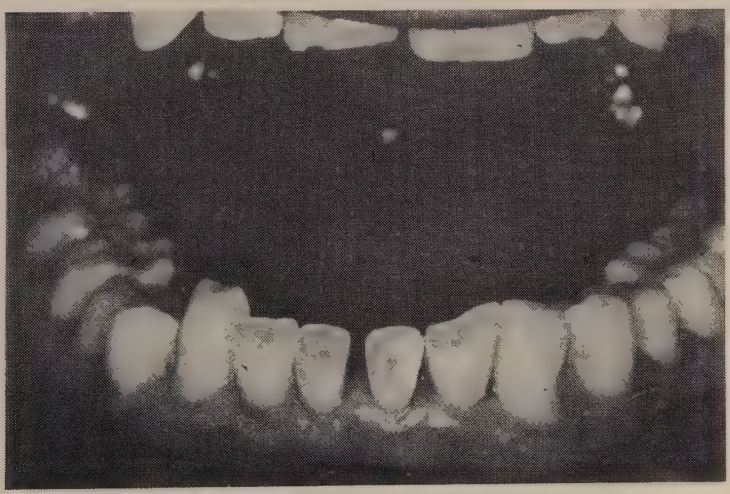


Abb.72: Ausgeprägte incisal-excessive Schlifflächen mit starkem Substanzverlust,wobei die Schlifflächen des Okklusionsfeldes in die der exzentrischen Position übergehen.
Bei der Öffnungsbewegung besteht eine Seitenabweichung nach rechts.
Schlifflächendominanzseite: rechts.

Abb.73: Okklusion in maximaler Interkuspidation.
Tiefer Überbiß. Die UK-Mittellinie ist gegenüber der des OK um eine halbe Schneidezahnbreite nach rechts verschoben. Substanzverlust an 11 mit Verkürzung der Krone.

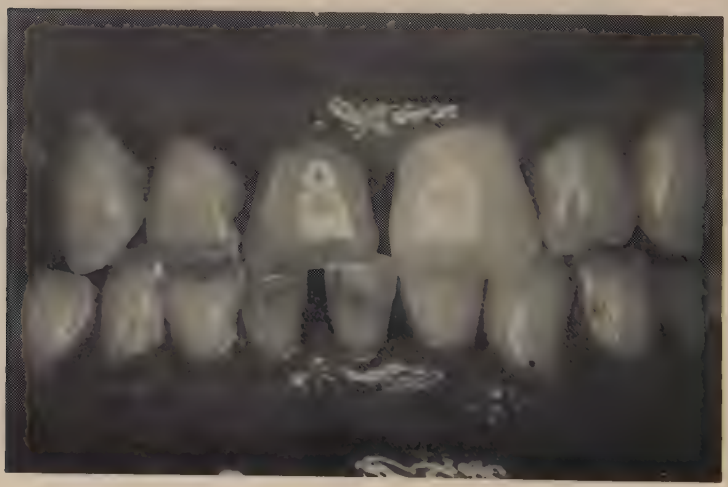


Abb.74: Exzentrische Okklusion auf der Schlifflächendominanzseite.
Im Seitenzahngebiet bestehen keine Kontakte.

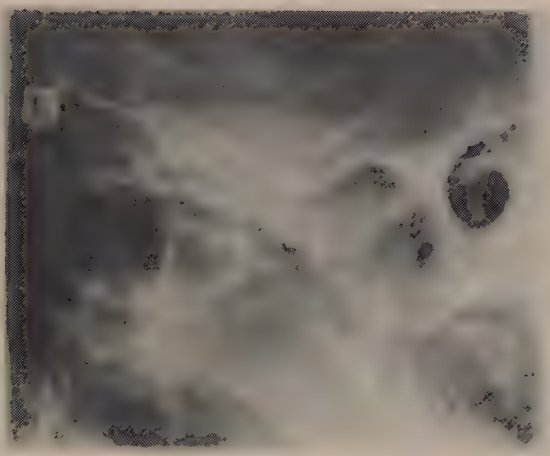


Abb.75 (a)

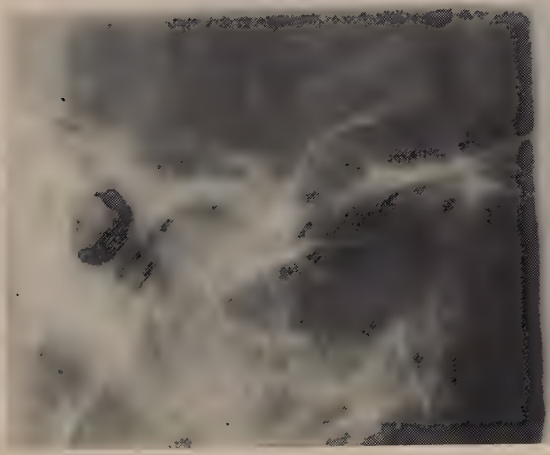


Abb.75 (b)

Abb.75: Röntgenbilder in der PALLA-Projektion($22^{\circ}/10^{\circ}$).

Der craniale Gelenkspalt kommt links(a) ebenso wie der retrocondyläre Raum breiter zur Abbildung als rechts(b).

Abb.76 (a)

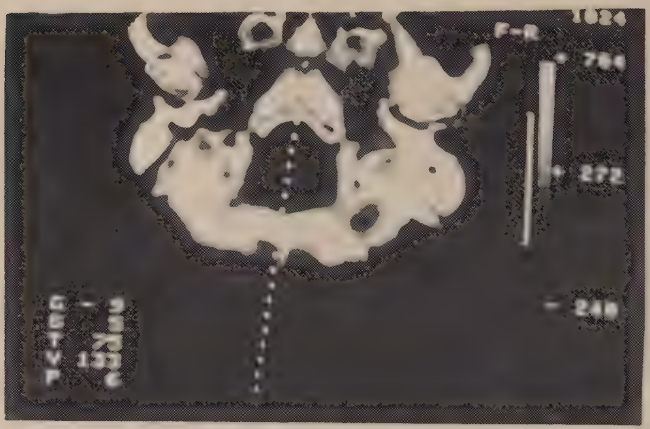


Abb.76 (b)

Abb.76: Das Transversal-CT (a) objektiviert den vergrößerten horizontalen Condylenwinkel links(Schliffflächendominanzseite rechts).
Mittels des "Symmetrievergleichs" kann das Maß der "Einwärtsdrehung" in etwa dargestellt werden (b).
Der rechte Condylus ist markiert und an der Mediansagittalebene als Symmetrieachse(gestrichelte Linie) gespiegelt.
Der "gespiegelte Bereich" dokumentiert die Condylusposition,wie sie wahrscheinlich vor der Aufnahme der Parafunktionen bestanden hat.

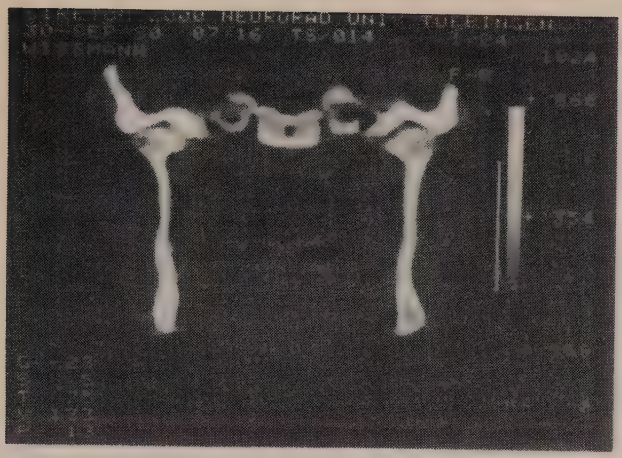


Abb.77 (a)

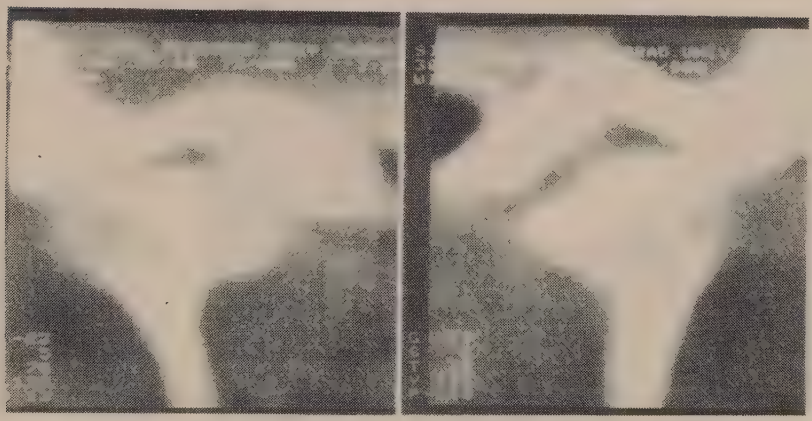


Abb.77 (b)

Abb.77: Im Coronar-CT (a) - bei maximaler Interkuspidation - ist auf der linken Seite ein größerer Abstand zwischen Gelenkdach und Condyluskontur zu sehen.

In dem vergrößerten Ausschnitt (b) wird dies noch deutlicher.
Bedingt durch die unterschiedliche Längsachsenstellung kommt der linke Gelenkkopf in latero-medialer Ausdehnung kleiner zur Abbildung.

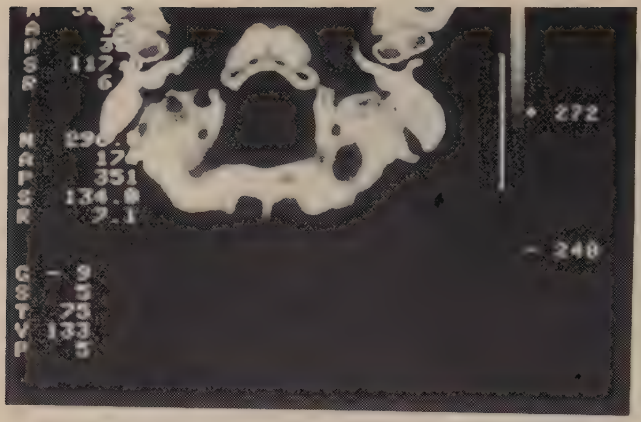


Abb.78 (a)

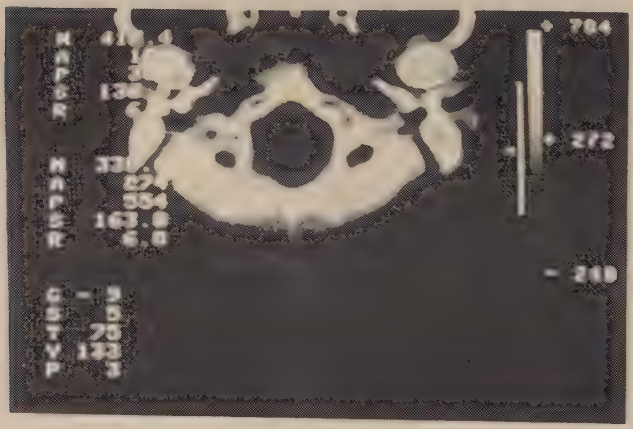


Abb.78 (b)

Abb.78: Densitometrische ROI-Auswertung:

Der linke Condylus zeigt in (a) ein um ca.10% höheres Dichteniveau.
In (b) liegt die Schichtebene in Collumhöhe.Hier ist die Dichte des linken Gelenkkopfes um etwa 20% höher als rechts.

VI. Computertomographische Darstellung der Kiefergelenke bei Einnahme exzentrischer Positionen des UK.

Da bislang noch keine Untersuchungen über die Möglichkeiten der röntgenologischen Schichtdarstellung der Kiefergelenke in exzentrischer UK-Position bekannt sind,wurden mittels der Computertomographie die Positionen der Condylen in der maximalen Interkuspidation und Exzentrik dargestellt.

Vorher mußte mit den Patienten geübt werden,die exzentrische Position einzunehmen ohne auch nur kleine Kopfbewegungen zu machen,die zu einem "Herauskippen" aus der eingestellten Schichtebene geführt hätten.

Waren mehrere exzentrische Positionen möglich,so wurde darauf geachtet,daß bei erkennbarer Schlifflächendominanz diese Abrasionsflächen in Kongruenzkontakt gebracht wurden.
Die terminale Seitenabweichung der Öffnungsbewegung war dabei ein wichtiger Indikator für die Lokalisation der aktuell benutzten Schlifflächen.(SCHULTE 1972;1981.)

Einige CT's in exzentrischer UK-Position sind schon in der "synoptischen" Zusammenstellung,Kap.V.4,angeführt.(Vgl.Abb. 60 und 70 in Verbindung mit den klinischen Abb.55,56 und 65,66!)

Die Abb.79 und 80 zeigen die Okklusionssituation eines Patienten,bei dem der Weg von der Zentrik in die Exzentrik wegen des knappen Überbisses und der geringen Lateralisierung rel. "klein" ist.
Trotzdem ist computertomographisch objektivierbar,daß der rechte Condylus eine Vorwärts-abwärts-rechtslateral-Bewegung gemacht hat.(Vgl.Abb.81,82.)

Bei einem weiteren Patienten ließ sich im Coronar-CT eine Linkslateralisation des UK nachweisen.(Vgl.Abb.83 u.84.)
In der links-exzentrischen Okklusion auf der Schlifflächen-

dominanzseite wird der rechte Condylus funktionell besonders beansprucht.

Abb.79: Frontzahnbereich bei maximaler Interkuspidation
Knapper Überbiß bei frontalem Engstand im UK.
Die UK-Mittellinie ist um 4mm nach links verschoben.

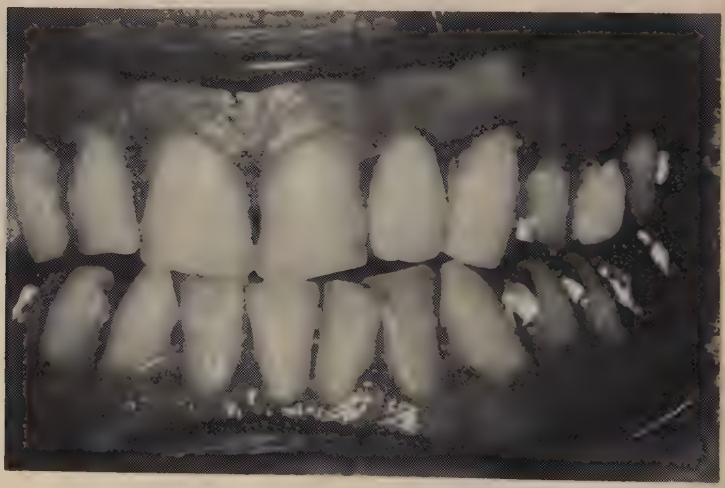


Abb.80: Derselbe Patient wie in Abb.79, jedoch Schliffflächen in Kongruenzkontakt.

Der UK ist nach links "verschoben".
Bei der Öffnungsbewegung besteht eine terminale Seitenabweichung nach links.

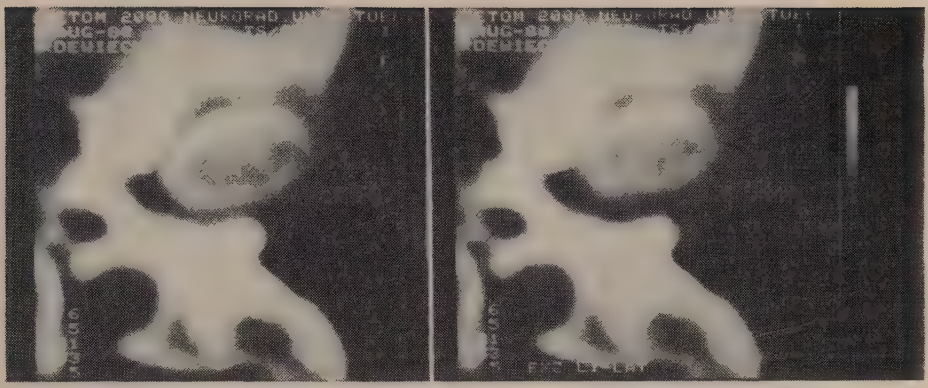


Abb.81: (a) (b)

Transversal-CT's in maximaler Interkuspidation (a) und exzentrischer UK-Position (b) des Patienten von Abb.79,80.

Darstellung der rechten Gelenkregion.
Der posteriore Gelenkspalt ist in (b) erweitert als Ausdruck der abgelaufenen Vorwärtsbewegung des Condylus.
Im medio-anterioren Fossabereich kommt es wahrscheinlich zur Kompression des Discus.

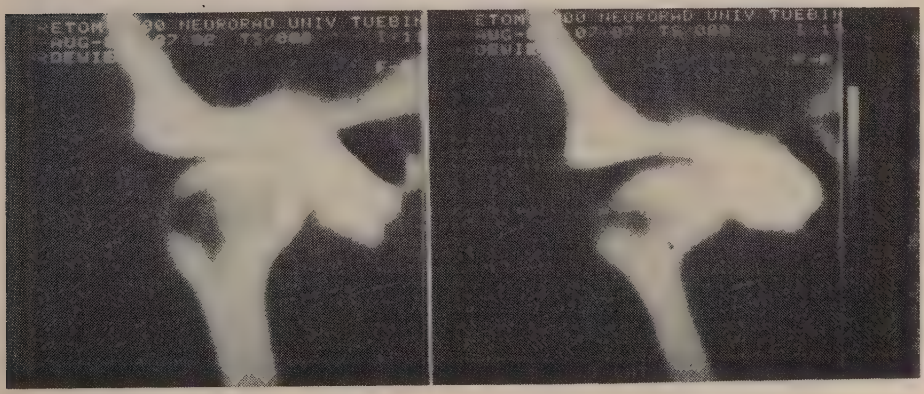


Abb.82: (a) (b)

Coronar CT's des rechten Gelenks bei maximaler Interkuspidation (a) und Exzentrik (b).Vgl.Abb.81.

In (b) ist ein vergrößerter Abstand zwischen Schädelbasis und Gelenkkopf zu erkennen.
Die Condylusexkursion ist nicht besonders ausgeprägt, aber trotzdem computertomographisch nachweisbar.
(Vgl.Abb.85!)

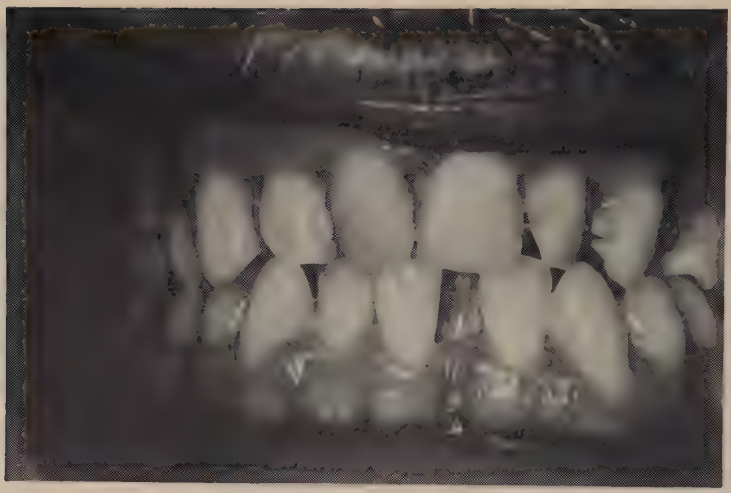


Abb.83

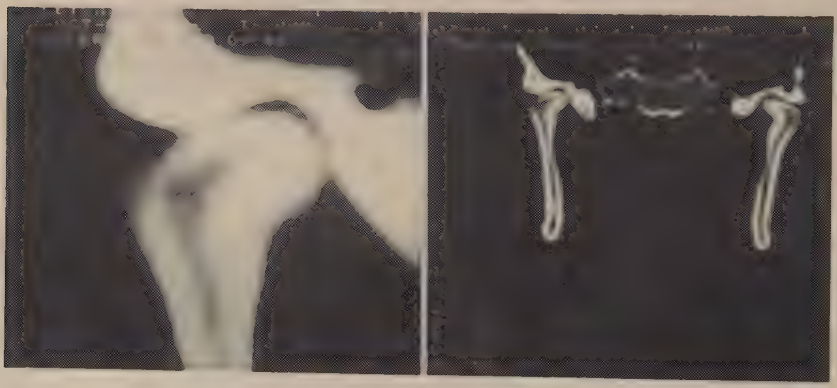


Abb.84 (a) (b)

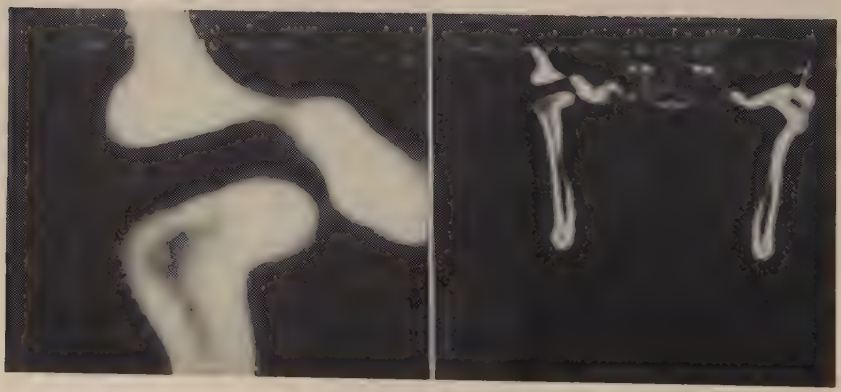


Abb.85 (a) (b)

Abb.83: Okklusion in maximaler Interkuspidation.

UK-Frontzahnengstand mit Staffelstellung der Incisivi.Progene Verzahnung 22,33.

Die UK-Mittellinie ist nach links verschoben.

Abb.84: Coronar-CT bei maximaler Interkuspidation.

In (a) ist der rechte Condylus ausschnittsweise vergrößert.

Asymmetrisch ausgeprägter medialer Gelenkraum (b) bei Linkslateralisation des UK.

Abb.85: Coronar-CT in links-exzentrischer Position des UK auf der Schliffflächendominanzseite.

Der rechte Condylus wird funktionell besonders beansprucht.

Wird diese exzentrische Stellung häufig eingenommen, ist mit ausgeprägten Umbauvorgängen im Gelenk zu rechnen.

VII. Weitere Beispiele für die Anwendungsmöglichkeiten der Kiefergelenkcomputertomographie.

Die diagnostischen Möglichkeiten der Computertomographie wurden an einer weiteren Patientengruppe untersucht.
Darunter waren auch Patienten mit primären, z.B. posttraumatischen Gelenkerkrankungen.

Die interessantesten Ergebnisse werden im folgenden aufgeführt.

Abb.86 zeigt die Okklusionssituation in Schlußbißlage bei einer Patientin mit einer Myoarthropathie vom Typ der beg. Limitation.
Die linksseitig lokalisierten, in den Schläfenbereich ausstrahlenden Schmerzen waren verbunden mit "knackenden Geräuschen" nach einem Autounfall aufgetreten, bei dem die Patientin mit der linken Kopfseite an die Türscheibe geschlagen war.

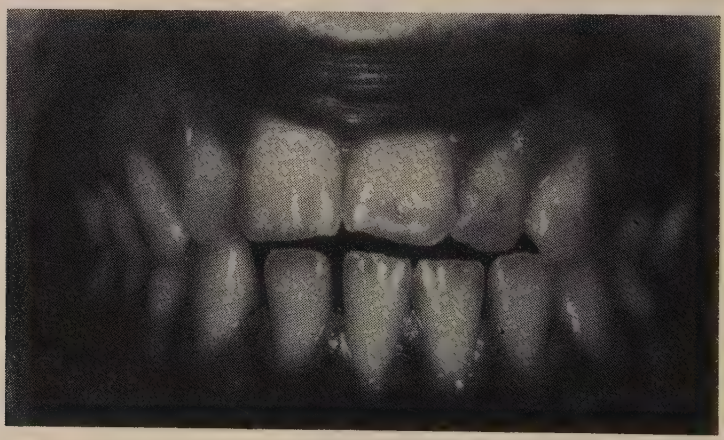


Abb.86: Okklusion bei maximaler Interkuspidation.
Frontal-offener Biß mit Kreuzbiß links.
Die UK-Mittellinie ist um eine untere Schneidezahnbreite nach links verschoben.
Bei der Mundöffnung besteht eine terminale Deviation nach links.

Die beiden schräg-lateralen Röntgenbilder ergaben keinen auffälligen seitendifferenten Befund.(Vgl.Abb.87.)
Erst computertomographisch wurd bei der coronaren Schichtführung die funktionelle Antwort der Gelenke auf die pathologische Bißsituation dokumentiert.(Abb.88.)

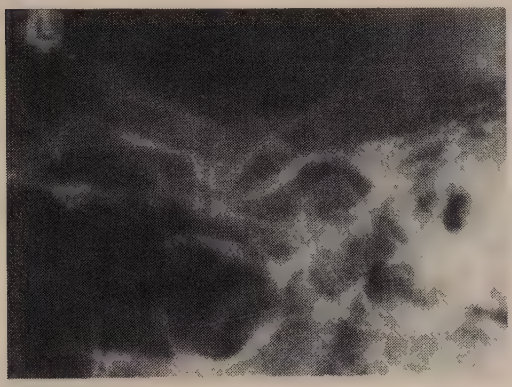


Abb.87 (a)

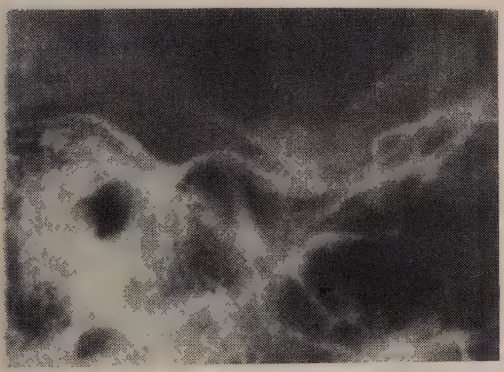


Abb.87 (b)

Abb.87: Röntgenbilder in der PALLA-Projektion($22^{o}/10^{o}$).
Der rechte Gelenkkopf (b) kommt etwas kräftiger zur Abbildung als der linke (a).
Beachtenswert ist der rel. dichte,sichelförmige Schattenwurf am Gelenkdach rechts,der auf der linken Seite nur andeutungsweise zu erkennen ist(a).

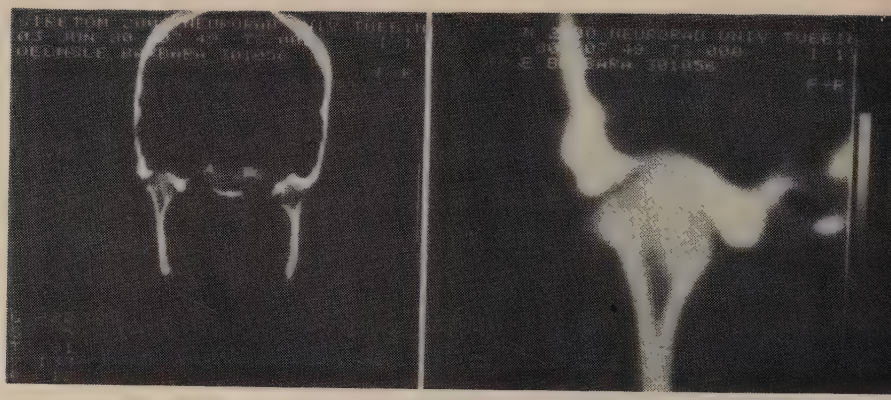


Abb.88 (a) (b)

Abb.88: Coronares CT der Patientin von Abb.86 und 87.

Der rechte Condylus ist im Vergleich zum linken "hypertrophiert",das Gelenkdach ist auf eine äußerst schmale Schicht zurückgebildet.

Die größeren Exkursionen des rechten Kopfes werden also durch Vergrößerung des ganzen Gelenks kompensiert.

Bei einem anderen Patienten war es nach einem Schädelbasisbruch zu einer Lähmung der rechtsseitigen Kaumuskulatur gekommen verbunden mit einem Sensibilitätsverlust im Bereich von V_1 und V_2.
Im schräg-lateralen Röntgenbild(Abb.89) war keine auffällige Differenz der cranialen Gelenkspaltweite zu sehen,obwohl sich computertomographisch eine Rechtslateralisation nachweisen ließ,die mit einer Distraktion und Anteriorisierung des rechten Condylus kombiniert war.(Vgl.Abb.90!)

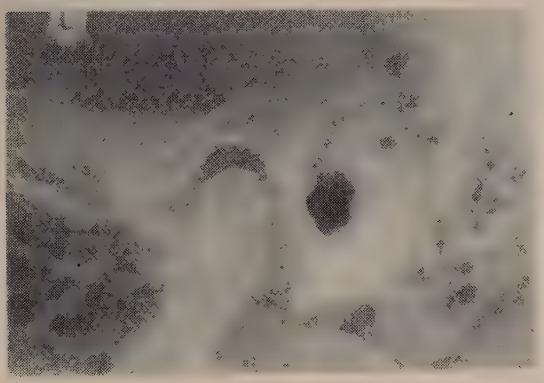


Abb.89 (a)

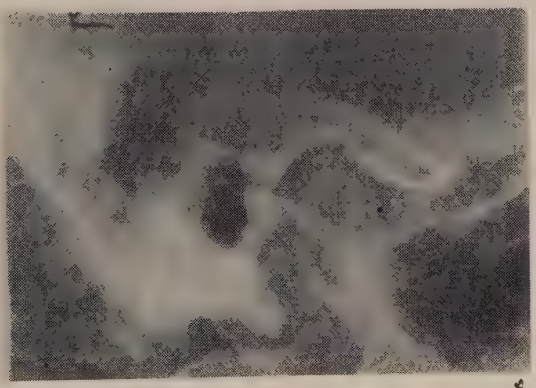


Abb.89 (b)

Abb.89: Schräg-laterale Röntgenbilder von einem Patienten mit einer posttraumatischen Kaumuskellähmung.
Keine Differenz der cranialen Gelenkspaltweiten.
Der rechte Condylus (b) zeigt eine höhere Strahlendurchlässigkeit und erscheint leicht anteriorisiert.

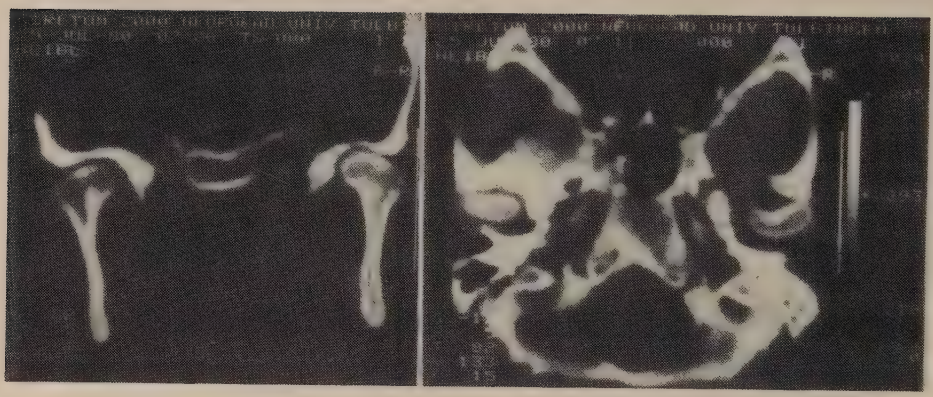


Abb.90: Coronar- und Transversal-CT's des Patienten von Abb.89.

Zustand nach Schädelbasisfraktur(1970),rechtsseitige Kaumuskellähmung.

Der funktionell inaktivierte rechte Condylus erscheint "hypodens" im Vergleich zum linken als Ausdruck der Demineralisation.

Der größere Abstand zwischen Schädelbasis und Condylus rechts ist wahrscheinlich durch den Tonusverlust der gleichseitigen Adduktoren bedingt.
Außerdem besteht eine Rechtslateralisation des UK.

Die Dichtevermehrung im Bereich der rechtsseitigen Mastoidregion ist als Folgezustand einer durch den Basisbruch notwendig gewordenen Facialisdekompressions-OP zu interpretieren.

Die Abb.91 zeigt die CT's eines Patienten mit einer Schußbruchverletzung des Gelenkfortsatzes.
Aufgrund der Tomogramme ist eine Lokalisation des Fremdkörpers unter Zuhilfenahme des Referenzmaßstabes exakt möglich.

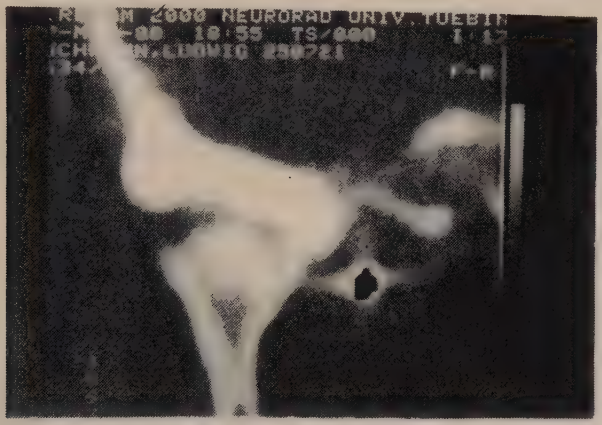


Abb.91 (a)

Abb.91 (b)

Abb.91: Coronar- und Transversal-CT bei Zustand nach einer Schußbruchverletzung des rechten Gelenkfortsatzes.

Medial vom Condylus ist ein metallischer Fremdkörper lokalisierbar,der eine "sternförmige" Streustrahlung verursacht und bindegewebig eingescheidet erscheint. Der Durchschuß hat zu einem Substanzverlust im latero-cranialen Bereich geführt(a).
Das abgesprengte kleine Fragment ist nach ventral disloziert.

Bei einem weiteren Patienten war im Orthopantomogramm eine 5 mal 9mm große,rel. glatt begrenzte Aufhellungszone im linken Condylus aufgefallen.
Das schräg-laterale Röntgenbild ergab keinen pathologischen Befund.
Die CT's zeigten in beiden Ebenen eine Osteolysezone,die medio-cranial und anterior im Gelenkkopf gelegen ist.(Abb.92)
Die Schichtung wurde im Abstand von 2mm durchgeführt und ermöglichte eine exakte Vorstellung über die räumliche Ausdehnung der Osteolysezone.

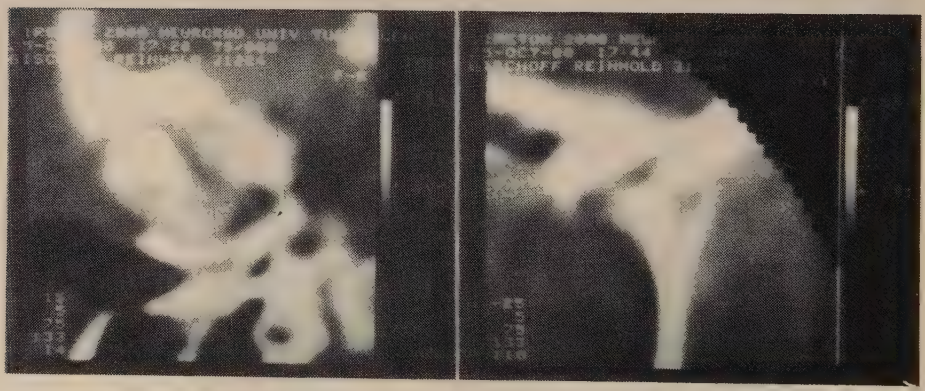


Abb.92: Computertomographische Darstellung des linken Gelenks in zwei Ebenen.

Erkennbar ist ein Substanzdefekt im medio-cranialen Bereich des Gelenkfortsatzes.In der Transversalebene ist die kompensatorische Dichtezunahme des lateralen Condylusabschnitts zu erkennen.

Das schräg-laterale Röntgenbild zeigte keinen pathologischen Befund.

VIII. Anwendungsmöglichkeiten und Ergebnisse der quantitativen Bildanalyse(Densitometrie) in der Kiefergelenkcomputertomographie.

In einer erstem Meßreihe wurden 10 Condylen von gelenkgesunden Probanden densitometriert.
Dazu erfolgte die Zusammenstellung der Schichtebenen,bei denen die Condylen in ihrer größten Circumferenz abgebildet und die Fossakontur im anterioren,medialen und posterioren Verlauf gleichmäßig abgrenzbar waren.
Somit lagen korrespondierende Schichten vor.

Die abgerufenen Bilder wurden zunächst ausschnittsweise so vergrößert,daß jeweils eine Gelenkregion formatfüllend auf dem Monitor zur Abbildung kam(Faktor 5).(Vgl.Abb.94 u.95!)

Mit dem elektronischen Griffel,der auf eine Widerstandsplatte aufgesetzt wird,erfolgte dann bei gleichzeitiger Einblendung eines Pilotpunktes im Fernsehbild die Markierung des anterioren Condylusdrittels als "Region of Interest"(ROI) I.
Die erhaltenen Meßwerte werden eingeblendet und mit denen des mittleren und posterioren Drittels,die zusammengenommen die ROI II bildeten,verglichen.(Abb.94,95.)

Der Rechner ermittelt jeweils den arithmetischen Mittelwert der Schwächungswerteverteilung in der markierten ROI.
Außerdem kann die Anzahl der Meßwerte/ROI direkt abgelesen werden.Sie betrug pro Condylus 4.000 - 9.000.
Günstig ist auch,daß die Fläche in mm^2 der markierten Region ablesbar ist.Damit wird die Relation anteriores 1/3 zu den posterioren 2/3 kontrolliert.

Bei den untersuchten Probandencondylen betrug die durchschnittliche Dichte 454 HE(ROI I) und 323 HE(ROI II).
Das besagt,daß die Dichte posterior im Mittel um 29%niedriger liegt als anterior.

Die Abb.93 veranschaulicht das Ergebnis graphisch mittels eines sog."Variablen Dichteprofilschnitts".

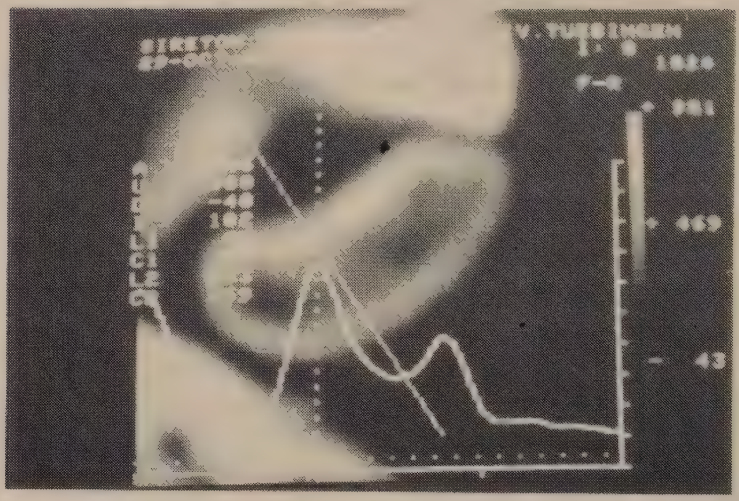


Abb.93: Variabler Dichteprofilschnitt durch einen rechten Condylus.

Die Schwächungswerte werden entlang der frei wählbaren Strecke graphisch dargestellt.

Der linke "Peak" der Kurve entspricht dem Dichtemaximum, das eindeutig im anterioren Condylusdrittel liegt.

Die Abb.93-96 verdeutlichen die höhere Dichte in den anterioren Gelenkkopfbereichen und die bereits erwähnte Abhängigkeit von der exzentrischen Okklusion.

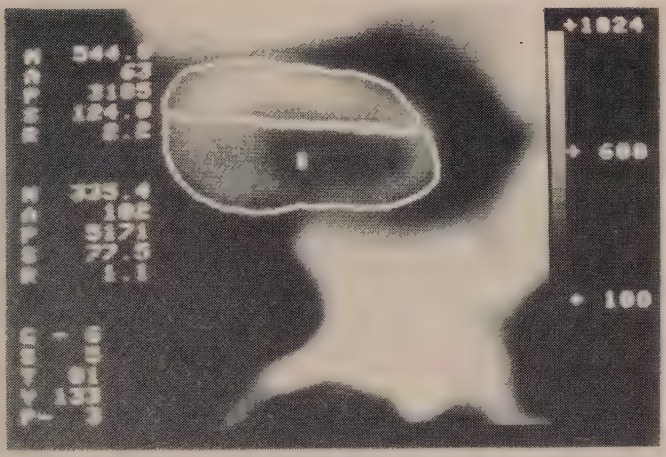


Abb.94: Das anteriore Drittel eines linken Condylus ist als ROI I markiert.Die posterioren Anteile bilden die ROI II.

Das arithmetische Mittel der Schwächungswerte beträgt 544.8 in der ROI I,die aus 3185(!) Bildpunkten zusammengesetzt ist.(ROI II 335.4 bei 5171 Bildpunkten).

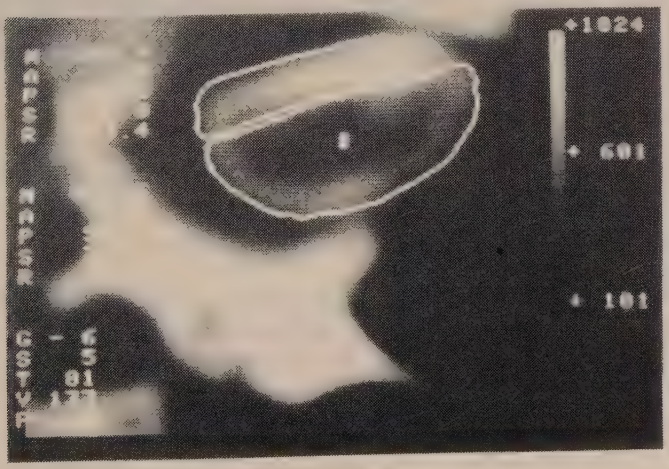


Abb.95: Markierung wie in Abb.94.
Der rechte Condylus zeigt deutlich höhere Werte.
ROI I 668.6 und ROI II 440.6.
Dies ist als Ausdruck der "funktionellen Prägung" durch die bei dieser links lokalisierte Schlifflächendominanzseite zu interpretieren.

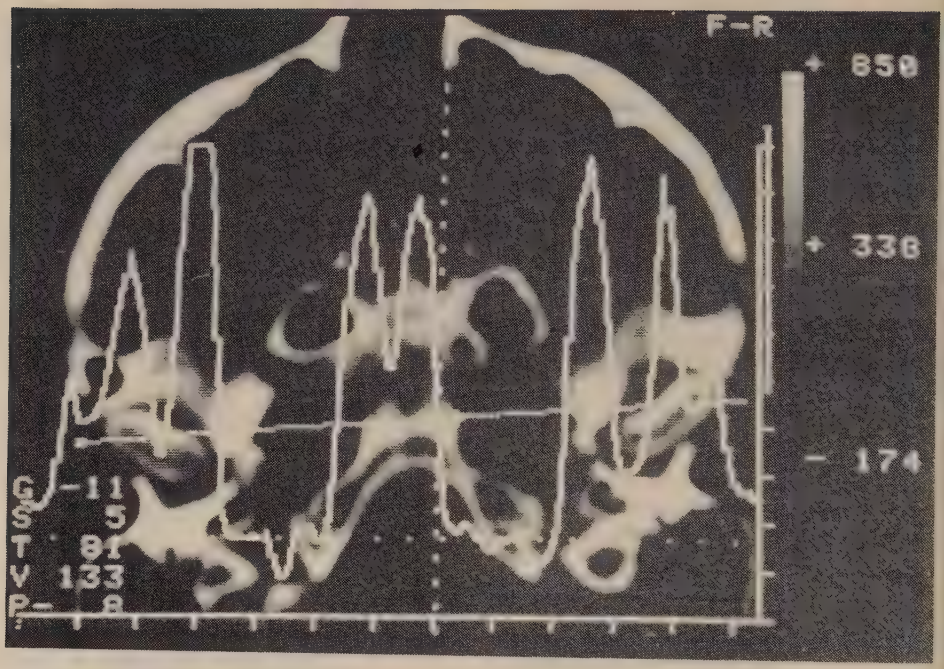


Abb.96: Transversal-CT bei habitueller Okklusion:Dichteprofilschnitt durch beide Condylen.
(Pat. von Abb.64-71,Schlifflächendominanzseite links!)

Die beiden Absorptionsmaxima der Condylen sind rechts und links zu erkennen.

Die anterioren Anteile zeigen beidseitig einen deutlich höheren "Peak" als die posterioren.

Der rechte Condylus weist höhere Dichtewerte auf im Vergleich zum linken.

In einer zweiten Messreihe wurden nun 20 Condylen von Patienten,bei denen sowohl durch Selbstbeobachtung als auch durch die klinische Funktionsanalyse Vorschubparafunktionen objektiviert worden waren,densitometrisch analysiert.

Die durchschnittliche Dichte in der ROI II betrug 372 HE und lag damit um 31,4% niedriger als in der ROI I(542 HE).

Stellt man die Patientenwerte den Probandenwerten gegenüber so zeigt sich,daß bei den Patienten in der ROI I die Dichte im Schnitt um 19,4% und in der ROI II um 15,2% höher ist.

Dies ist als Ausdruck der biologischen Reaktion des Knochens zu interpretieren,der sich der verstärkten funktionellen Beanspruchung durch die symmetrisch oder asymmetrisch hypervalenten Protraktoren anpaßt.

Es ist in diesem Zusammenhang noch anzufügen,daß solche Patienten ausgesucht wurden,bei denen die Vorschubparafunktionen schon längere Zeit ausgeübt wurden.Klinisch lag meist eine Myoarthropathie mit beg. Limitation vor.

Im Seitenvergleich war bei den Patienten mit einer Schlifflächendominanzseite meist eine Dichtevermehrung des kontralateralen Condylus festzustellen.(Vgl.Abb.61-63,71,78,95,96!)

Die Analyse einer ROI gehört zu den Verfahren der objektiven Auswertung,d.h. die CT-Bild-Matrix wird direkt zu Messungen herangezogen,deren Ergebnisse in die Befundung miteinbezogen werden können.
Außerdem gibt es Verfahren der subjektiven Auswertung.
Hier werden Hilfsmittel zur Verfügung gestellt,das Bild in einer für die Befundung günstigen Art zu betrachten.
Ein Beispiel dafür ist der Symmetrievergleich(Abb.97).
Auch das "Highlighting"(Abb.98) oder der Dichteprofilschnitt (Abb.93 und 96) gehören in diese Gruppe.

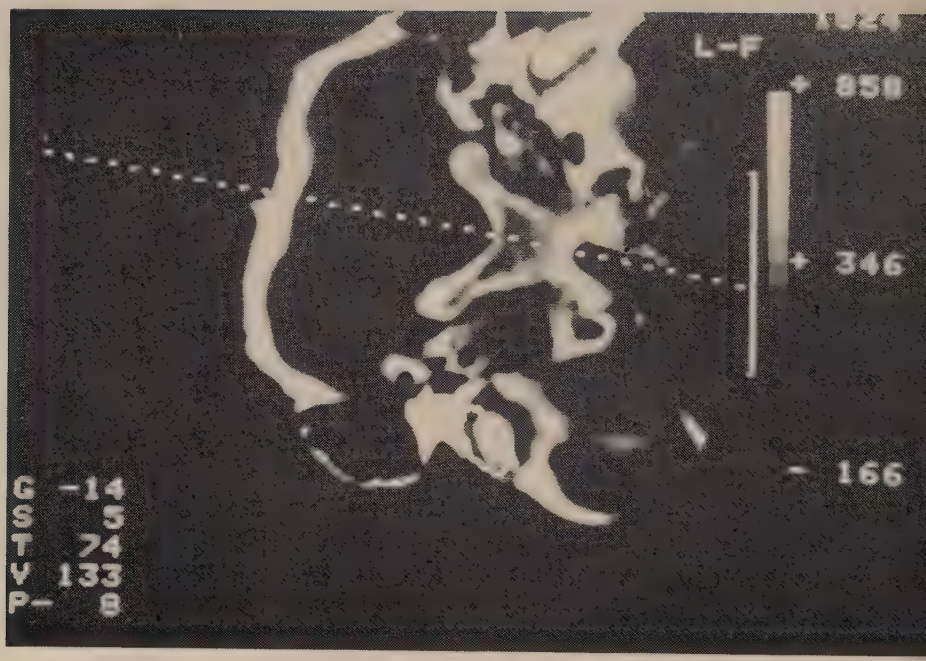


Abb.97: Symmetrievergleich der Condyluspositionen

Der linke Condylus ist in seiner Circumferenz als ROI I markiert.

Als Symmetrieachse ist die MSE gewählt worden.

Spiegelbildlich zu ROI I erscheint auf der rechten Seite die ROI II.

Das Bild dokumentiert in etwa das Ausmaß der Rotationsbewegung,die der linke Condylus durch die funktionelle Prägung der rechtsseitigen Schlifflächendominanzseite durchgeführt hat.

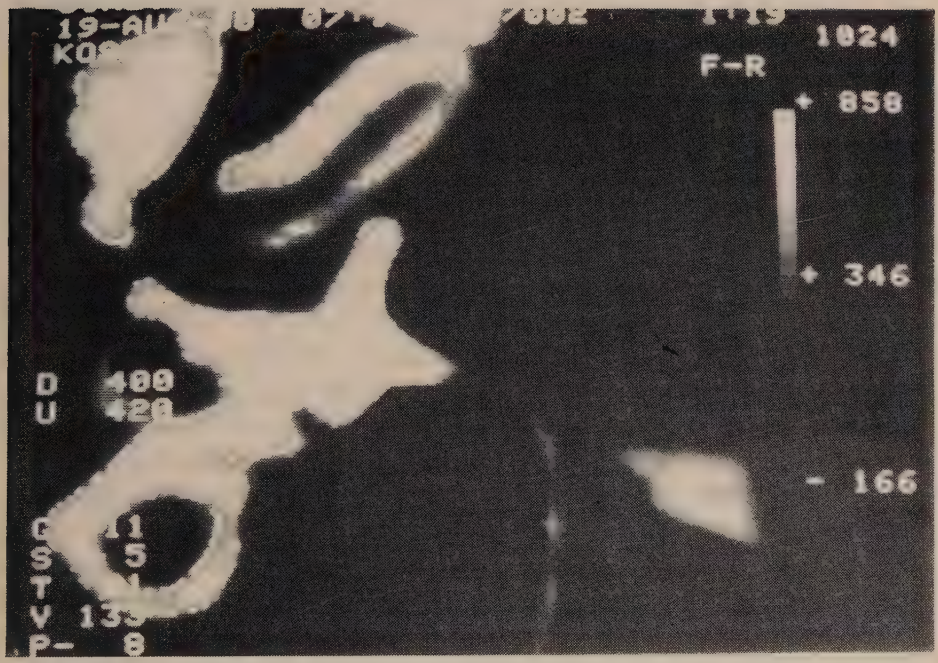


Abb.98: Helltasten (High-lighting) eines Dichtebereiches.

Diese Möglichkeit der "densitometrischen Analyse" erlaubt das "Heraustasten" frei wählbarer Dichtebereiche oder auch eines einzelnen Dichtewertes.

Damit wird eine lokalisatorische Darstellung interessierender Dichtebereiche möglich, die im Übersichtsbild im direkten Seitenvergleich beurteilt werden können.

Im vorliegenden Fall ist der Bereich von +400 - +420H.E. selektiv "herausgetastet". Diese Werte finden sich vornehmlich im posterioren Drittel.

IX. DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Einstell- und Dokumentationsmethodik entwickelt, die es gestattet, die Kiefergelenke computertomographisch beurteilbar abzubilden.

Prinzipielle Schwierigkeiten lagen dabei in der Kleinheit der anatomischen Struktur "Kiefergelenk", die noch dadurch besonderes Gewicht erlangten, daß der zur Positionsdiagnostik entscheidende Bereich - der Gelenkspalt in seinen verschiedenen Anteilen - größenmäßig im Bereich weniger Millimeter liegt.

Es war deshalb zwingend notwendig, die Vergrößerungskapazität des Gerätes voll auszunutzen. Die Reduktion des Abtastfeldes von 25 auf 18cm, wie es in der Neuroradiologie zur Darstellung der Hypophysenregion angewandt wird, und die damit erreichte Vergrößerung der "Region of interest" auf dem Monitor, war zur Beurteilung allein häufig nicht ausreichend und läßt nur eine orientierende Beurteilung zu, obwohl etwa grobe Verlagerungen der Condylen oder die dominante Verlagerungsrichtung im direkten Seitenvergleich meist schon erkannt werden konnten.

Die Diagnostik von Dislokationen in einer zweiten Richtung macht aber die maximale Vergrößerung (Faktor 5) erforderlich, wobei die Gelenkregion auf dem Fernsehschirm in etwa formatfüllend zur Abbildung kommt. Als nachteilig wirkt sich dabei aus, daß nunmehr die Gelenke getrennt dargestellt werden.

Durch die mögliche Verfeinerung der Bildpunktmatrix auf 512 mal 512 Bildpunkte und die Verwendung eines Farbsichtgerätes sind Verbesserungen in der Detailerkennbarkeit des Gelenks vorstellbar, die speziell in der CT-Diagnostik pathologischer Veränderungen des Gesichtsschädelbereiches sinnvoll wären, da hier durch die Vielzahl der knöchernen Strukturen das volle Absorptionsspektrum eingestellt werden muß im Gegensatz zur Diagnostik des Gehirns, dessen verschiedene Weichgewebsanteile in einem relativ engen Absorptionsbereich liegen.

Bei der Lagerungstechnik des Patienten hat es sich als nützlich erwiesen,grundsätzlich zuerst die Transversalschichtung durchzuführen.Dadurch erhält man Informationen darüber,wie beide Condylen in sagittaler Richtung stehen und weiß beim Coronar-CT dann genau,ob es möglich ist,die Gelenkfortsätze in einer Ebene abzubilden oder nicht.

Für die Einstellung zur Coronarschichtung sind zwei Punkte am Gerät verbesserungsbedürftig.Einmal sollte die Gantry-Öffnung größer sein,um auch bei Patienten mit einem sehr hohen Schädel die Möglichkeit zu haben,coronare Ebenen abzutasten,die senkrecht durch die Gelenke verlaufen.
Zum anderen sollte es eine zusätzlich anbringbare Abstützhilfe für die Stirn des Patienten geben,damit erstens kein Druck auf die Gelenkregion ausgeübt wird und zweitens die Untersuchungsperson trotz der insgesamt unbequemen Lagerung absolut ruhig liegen bleiben kann.Die in dieser Untersuchung verwandte Abstützhilfe kann nur als provisorische Notlösung betrachtet werden.

Wesentlich ist auch die Beurteilungsmöglichkeit der verschiedenen Schichten einer Ebene im Zusammenhang.Durch "Über-Kreuz-Vergleich" der Videospot-Bilder können dabei lagerungsbedingte Vortäuschungen von Condylenfehlpositionen weitestgehend ausgeschlossen werden.
Dies ist speziell bei Lateralisationen von Bedeutung.

Die Computertomographie liefert Bilder,die frei sind von störenden Überlagerungs- und Verwischungsschatten und projektionsbedingten Verzerrungen.Dadurch ist sie unterstützt durch die Möglichkeiten der Weichteildarstellung und Densitometrie in der Kiefergelenkdiagnostik allen anderen röntgenologischen Verfahren überlegen.

Verlagerungen der Condylen bei Myoarthropathien sind insgesamt häufig und können computertomographisch oft in mehreren Ebenen dargestellt werden,wobei speziell auch Lateralisationen

des UK objektivierbar sind und sich als häufigste Ursache der seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite im schräglateralen Röntgenbild bei Myoarthropathiepatienten erweisen.

Diese Befunde unterstreichen die wesentliche Bedeutung der Muskulatur verbunden mit ihrer direkten Darstellung als funktionell prägender Faktor innerhalb des stomatognathen Systems und geben plastisch etwa die Vorstellung wieder, wonach der UK "als dreidimensional im Raum schwebender Körper" aufgefaßt werden kann(ESCHLER 1965).
Entsprechend des unterschiedlich ausgeprägten Innervationszustandes der Muskulatur - Normo-, Hyper- und Hypotonie - sind 26 pathologische Grundstellungen der Condylen auch in der Schlußbißlage möglich, von der "Kraniognathie" bis zur "Kaudodorsosinistrognathie".

Die Ruhelage des UK wird im wesentlichen von der Tonuslage der Muskeln oder Muskelanteile mit antagonistischer Wirkungsrichtung bestimmt.
Lateralisierende Eigenschaften hat jeder am UK ansetzende Muskel, wobei für die Lateralisation in der maximalen Interkuspidation besonders die Mm. masseter und pterygoideus med. sowie Anteile des M. temporalis von Bedeutung sind(ESCHLER 1960).

GEBRANDE(1973) bestätigte die frühere Beobachtung von SCHULTE (1970;1972a), daß die terminale Seitenabweichung der Öffnungsbewegung in der Regel zur Schlifflächendominanzseite hin erfolgt.
Computertomographisch läßt sich nun nachweisen, daß die Schlifflächendominanz in fortgeschrittenen Fällen auch im Bereich des Condylus zu strukturellen Adaptationsvorgängen führt, die sowohl morphologisch direkt sichtbar, als auch densitometrisch objektivierbar sind.
Die ständige Einnahme exzentrischer UK-Positionen, die oft verbunden ist mit der Entwicklung erheblicher asymmetrisch-isometrischer Kontraktionsarbeit der UK-Protraktoren, führt zu einer Vergrößerung des horizontalen Condylenwinkels der Sei-

te,die kontralateral zur Schlifflächendominanzregion liegt. Dies bedeutet,daß der Gelenkkopf durch die Funktion im Sinne einer "Einwärtsdrehung" umgebaut wird.

Als adäquater Reiz für die Knochenbildung kommt nach der heute allgemein anerkannten Arbeitshypothese von PAUWELS(1965; 1973) über die "kausale Histogenese und funktionelle Anpassung innerhalb des Bewegungsapparates" die in mikroskopischer Größenordnung liegende elastische Verformung in Frage,die über das Hooke'sche Gesetz direkt mit der Spannungsgröße gekoppelt ist.
Die Spongiosabälkchen werden nach dem Prinzip der "Minimumkonstruktion" so umgebaut,daß die angreifenden Kräfte zu einer axialen Beanspruchung führen,überflüssiges Knochenmaterial wird resorbiert.

Speziell in der Kiefergelenksituation ist bislang durch eine Vielzahl anthropologischer Untersuchungen bewiesen,daß strukturelle Umbauvorgänge in den Gelenken auch nach Abschluß des Wachstums ablaufen(MOTSCH 1980).
Die Progredienz dieses Umbaus wird noch dadurch unterstützt, daß von allen Knochen des menschlichen Skeletts Ober- und Unterkiefer die größte Plastizität zeigen (FISCHER 1963).

Es ist in diesem Zusammenhang zu diskutieren,ob die osteoplastischen Potenzen der Mm.pterygoidei lat. im Ansatzbereich nicht auch dazu führen,daß die Lateralisation des UK zumindest teilweise Ausdruck der bilateral-asymmetrischen Resorptions- und Appositionsvorgänge des condylären Knochens ist,der eben durch die Entwicklung dominanter exzentrischer Parafunktionsstellungen sowohl unilateral- als auch bilateral-asymmetrisch funktionell belastet wird.

MELLMANN und SCHMIDT(1980),die auch einen signifikanten Unterschied in den Symmetrieverhältnissen des horizontalen Condylenwinkels zwischen einem Probanden- und Kiefergelenkpatientenkollektiv fanden,unterstreichen die biomechanisch ungüns-

tige Schrägstellung der Condylen,die im Sinne einer "kinematischen Behinderung" wirken kann.

In der Pathogenese der Myoarthropathien ist dies zu berücksichtigen und als komplizierender Faktor zu bewerten.

Typisch und gut erklärbar ist auch die gefundene Tatsache, daß überwiegend Patienten mit einer fortgeschrittenen Myoarthropathie,meist mit dem Typ der "beg.Limitation" diese strukturellen Veränderungen zeigen.
Für den Typ der "beg.Limitation" ist charakteristisch,daß sich mit fortgeschrittener Abrasion im Frontzahngebiet die Parafunktionsstellungen nach Verlust der Eckzahnführung mehr und mehr ins Seitenzahngebiet verlagern(SCHULTE 1981) und somit auch zu immer mehr ausgeprägten translativen Verlagerungen der Condylen führen.

Im Verlaufe der Untersuchungen drängte es sich förmlich auf, auch einmal Bilder der Gelenktopographie bei Einnahme exzentrischer UK-Positionen zu machen,zumal darüber noch überhaupt keine bekannt sind.

Im wesentlichen wurden dabei die Ergebnisse von HERMES(1978) bestätigt,der Untersuchungen an mazerierten Schädelpräparaten durchgeführt hatte.
Die dominante Dislokationsrichtung des Condylus ist die Caudalverlagerung.Dabei läßt sich jedoch regelmäßig eine deutlich geringer ausgeprägte Vorverlagerung beobachten.Mit zunehmender Ausprägung einer Schlifflächendominanzseite tritt die lateralisierende Komponente hinzu.

Der für die Pathogenese der Myoarthropathien entscheidende Faktor dürfte in der z.T. extremen Überdehnung des Kapsel-Band-Apparates durch die Caudalisierung des Condylus zu suchen sein.
Zu dieser "Distraktion" kann dann die unter Umständen nur ein kleines Areal betreffende Kompression hinzutreten,etwa dadurch,

daß der Gelenkfortsatz an die mediale Fossawand gezogen wird.

Der für das stomatognathe System pathogene Charakter dieser exzentrischen Positionen muß auf zwei Ebenen betrachtet werden.
Einmal auf der lokalen,d.h. die Gelenkhomoiostase,die Summe aller Stoffwechselprozesse,die zur Aufrechterhaltung einer intakten Gelenkfunktion notwendig sind,wird durch die atypischen Zug- und Druckbeanspruchungen entscheidend gestört.Die Synovialflüssigkeit kann ihre biologischen Funktionen nicht mehr erfüllen,die Knorpelschichten erfahren ein "Versorgungsdefizit"(GERBER 1978) und letztlich kann physiko-chemisch ein Entzündungsvorgang initiiert werden.
Zum anderen die neurophysiologische,d.h. es kommt zur Ausbildung pathologischer Reflexkreise innerhalb der verschiedensten Organisationsstufen des ZNS mit dem Resultat der Erhöhung des kontraktilen Tonus der Kaumuskulatur,der dann zu Myogelosen und Muskelspasmen führt.

Eine umfassende Röntgendiagnostik der intraartikulären Verhältnisse,speziell des Discus articularis,ist bis heute nicht möglich,daran ändert auch die Computertomographie (noch) nichts.
Es ist aber als ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit anzusehen,daß es bei einer rel. großen Zahl von Patienten gelungen ist,den Bereich des Discus im Graustufenbild von der Umgebung abgrenzbar darzustellen.
Vom methodischen Ansatz ist die Computertomographie sicherlich in der Lage,das Problem "Weichteildiagnostik im Gelenkbereich" zu lösen.
Es müßten nur Bildkonstruktionsprogramme entwickelt werden, die selektiv den Absorptionsbereich Knorpel-Knochen im Graustufen- oder Farbbild zur Abbildung bringen unter Verwendung einer feineren Bildpunktmatrix.

Außerdem wäre es wünschenswert,speziell zur Discusdiagnostik, Computertomogramme auch in der sagittalen Ebene durchführen

zu können.
Die Amerikaner OSBORN und ANDERSON(1978) haben dazu bereits eine spezielle Lagerungsvorrichtung entwickelt,Voraussetzung ist aber eine Gantryöffnung von 90cm,wie sie bislang nur für die Ganzkörperscanner üblich ist.

Die Computertomographie bietet sich in hervorragender Weise an,die interdisziplinäre Zusammenarbeit der medizinischen Fachrichtungen zu verstärken,die zusammen eine "Kopfsprechstunde" durchführen könnten.
Neurologe,Ophthalmologe,HNO-Arzt,Internist und ein in Diagnostik und Therapie von Myoarthropathien speziell geschulter Zahnarzt hätten eine neue,sehr effiziente Untersuchungsmethode zur Verfügung,deren diagnostische Möglichkeiten sie gemeinsam zur Abklärung der häufigen chronischen Schmerzzustände im Gesichts-Kopfbereich ausnutzen könnten.

Auch unter dem Gesichtspunkt der Reduktion der Strahlenbelastung dürfte diese Kooperation Vorteile bringen.
Die Computertomographie ist insgesamt als dosissparendes Verfahren zu betrachten,dessen Inanspruchnahme aber von einer sorgfältigen Indikationsstellung bestimmt werden muß.
Das Flächendosisprodukt bsp. einer Röntgenschädeluntersuchung a-p und seitlich dürfte insgesamt deutlich höher liegen als bei der Kiefergelenkcomputertomographie in 2 Ebenen.
Besonders günstig wirkt sich auch aus,daß durch die Wahl der IT-Linie als Bezugsebene für die Transversalschichtung die Augenlinse als strahlenempfindlichster Teil des menschlichen Organismus überhaupt nicht in der Schichtebene liegt.

Schon aus rein organisatorischen Gründen kann die Computertomographie natürlich nicht das konventionelle Röntgenbild des Gelenks ersetzen.
Wie aus dieser Untersuchung hervorgeht und auch allgemein in der Literatur bestätigt wird(WEINBERG 1973;GEERING 1975;KUNDERT 1976;PALLA 1977),sind nur sagittale Verlagerungen der Condylen im seitlichen Gelenkröntgenbild zuverlässig diag-

nostizierbar.
Projektionstechnisch dürften in der Zukunft keine weiteren Gelenkeinstellungen zu erwarten sein,die wesentliche Verbesserungen bringen würden.

Um den Aussagewert der Röntgenbefunde,die speziell bei Myoarthropathiepatienten in ihrer diagnostischen Aussagefähigkeit wenig zuverlässig sind(SCHULTE 1981) zu steigern,ist eine detaillierte Einbeziehung der klinischen Funktionsdiagnostik des stomatognathen Systems von ganz besonderer Bedeutung.
D.h.,die von GEERING(1975) vertretene Meinung,daß zur Beurteilung der Gelenkbilder besondere röntgendiagnostische Erfahrung notwendig sei,wird dahingehend erweitert,daß spezielle klinische Kenntnisse die diagnostische Sicherheit in der Beurteilung der Gelenktopographie deutlich erhöhen können, insgesamt bleibt jedoch der Hilfsmittelcharakter dieser Bilder erhalten.

Wesentlich ist,daß die diagnostische Aufmerksamkeit des Zahnarztes auch auf die pathogenetisch entscheidende Bedeutung des Frontzahngebietes in der Entstehung und weiteren Entwicklung der Myoarthropathien gerichtet ist.
Wie aus den tomographisch-anatomischen und densitometrischen Ergebnissen dieser Arbeit eindeutig hervorgeht,ist die funktionelle Beanspruchungsrichtung des Condylus nach ventral gerichtet.
Die ständige Zugbeanspruchung durch die Mm.pterygoidei lat. äußert sich bei allen Untersuchungspersonen densitometrisch in einer Dichtezunahme des anterioren Condylusdrittels.
Die Messungen bestätigen sowohl qualitativ als auch exakt quantitativ die Ergebnisse von HÄRLE(1980),der in strukturanalytischen Untersuchungen an 50 Gelenkköpfen eine deutliche Differenz zwischen anteriorer und posteriorer Compactadicke fand.Diese war posterior im Mittel um ca.30% geringer.

Besteht funktionell eine Hypervalenz der Protraktoren,nimmt

auch die Dichte im anterioren Drittel weiter zu.Das gewebliche Korrelat hierzu dürfte durch eine vermehrte Kalksalzeinlagerung und Osteoidproduktion gebildet werden.
Wird die Hypervalenz asymmetrisch,klinisch gekennzeichnet durch das Auftreten einer Schlifflächendominanzseite und der terminalen Seitenabweichung der Öffnungsbewegung,sind auch densitometrisch seitendifferente Befunde nachweisbar,die funktionell gekoppelt sind mit der Veränderung des horizontalen Condylenwinkels.

Alle diese Befunde sind logisch durch das Konzept von PAUWELS (1965;1973) zu erklären und dokumentieren die untrennbare Beziehung zwischen Form und Funktion.
Die Funktion bestimmt in differenzierter Weise die aktuelle Form.Umgekehrt muß sich jeweils die Funktion durch die aktuelle Form vollziehen.Somit wird die Form zum Glied eines Funktionssystems(PUFF 1963).
Die Morphologie der Condylen,die Bestandteile des stomatognathen Systems sind,ist unter diesem Gesichtspunkt funktionell zu betrachten.

Maßnahmen,die im Sinne geometrisierender Denkzwänge(GERBER 1978) den Condylus aus seiner zentrischen in seine dorsokranialste Position drängen,sind der physiologischen Beanspruchungsrichtung genau entgegengesetzt und dürften die Muskulatur aus dem normo- oder hypotonen in einen hypertonen Aktivitätszustand führen - der Entwicklung manifest-funktioneller Störungen würde damit Vorschub geleistet.

X. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Methodik zur computertomographischen Darstellung der Kiefergelenke entwickelt und an 80 Untersuchungspersonen angewandt.
Dabei zeigte sich, daß die Kiefergelenke bei Verwendung einer 5mm-überlappenden Schichttechnik, der Ausnutzung der Vergrößerungskapazität des Gerätes sowie der kombinierten Anwendung von transversaler und coronarer Schichtführung im direkten Seitenvergleich darstellbar sind.
Dabei werden Condylus- und Fossakontur in ihrer gesamten latero-medialen, cranio-caudalen und anterior-posterioren Ausdehnung überlagerungsfrei und ohne projektorische Verzerrungen erfaßt.
Sowohl positionsdiagnostische als auch Aussagen über pathologisch-strukturelle Veränderungen sind möglich.

Die Weichteildarstellung - Muskulatur und Drüsengewebe - gelingt in hervorragender Weise.

In einigen Fällen ist es auch möglich, in etwa den Discus articularis im direkten Graustufenkontrast gegenüber dem Knochen und periartikulären Weichgewebe abgrenzbar abzubilden.

Untersuchungen an Probanden zeigen, daß bei maximaler Interkuspidation der Condylus fast immer "gelenkzentriert" steht. Auffällige Asymmetrien, etwa in der Ausprägung des horizontalen Condylenwinkels, wurden nicht beobachtet.

Verlagerungen des Gelenkkopfes bei Myoarthropathien sind insgesamt häufig und computertomographisch meist in mehreren Ebenen nachweisbar. In diesem Zusammenhang wird der Begriff der dominanten Verlagerungsrichtung geprägt.

Die häufigste Ursache der seitendifferenten cranialen Gelenkspaltweite im schräg-lateralen Kiefergelenkröntgenbild bei Myoarthropathiepatienten ist die Lateralisation des

Unterkiefers.
Klinisch ist die Lateralisation häufig korreliert mit dem Myoarthropathietyp der "Diskoordination mit beginnender Limitation".

Statistisch ist ein hochsignifikanter Unterschied in der Stellung der Condyluslängsachsen zueinander(horizontaler Condylenwinkel) zwischen Patienten mit einer beg.Limitation und der Gruppe aus Probanden und Patienten mit einer Subluxation nachzuweisen.

Die Seite mit dem deutlich größeren horizontalen Condylenwinkel liegt in der Regel kontralateral zur Schlifflächendominanzseite.
Die funktionelle Prägung der häufigen Einnahme exzentrischer UK-Positionen bewirkt somit den progredienten Umbau des Gelenkkopfes im Sinne einer "Einwärtsdrehung" und dokumentiert die untrennbare Beziehung zwischen Form und Funktion.

Die funktionelle Anpassung des condylären Knochens kann außerdem mit den Methoden der orientierenden und detaillierten Densitometrie quantitativ beschrieben werden.
Die Dichte ist im anterioren Drittel des Condylus immer am höchsten und posterior im Schnitt um 30% geringer.
Patienten mit ausgeprägten Vorschubparafunktionen zeigen insgesamt ein höheres Dichteniveau besonders im vorderen Drittel des Gelenkfortsatzes.
Dies dokumentiert die physiologische Beanspruchungsrichtung des Knochens,die eindeutig nach ventral gerichtet ist.
Bei deutlicher Ausprägung einer Schlifflächendominanzseite zeigt sich auch densitometrisch häufig ein seitendifferenter Befund.

Die Gegenüberstellung "schräg-laterales Röntgenbild/Computertomogramm" ergibt einen hohen Übereinstimmungsgrad in der Diagnostik sagittaler Verlagerungen der Condylen.

Bei Einnahme des Kongruenzkontaktes exzentrischer Schliffflächen ist computertomographisch objektivierbar,daß der Condylus in erster Linie eine Abwärtsbewegung gemacht hat,die immer auch kombiniert ist mit einer Vorschubbewegung.Je nach Lage der Schliffflächen tritt eine mehr oder weniger ausgeprägte lateralisierende Komponente hinzu.

Die Möglichkeiten der Kiefergelenkcomputertomographie werden auch an Patienten mit primären Kiefergelenkerkrankungen demonstriert.

Auf die ausgezeichneten Möglichkeiten der Kieferhöhlendiagnostik wird hingewiesen.Bei Myoarthropathiepatienten waren relativ häufig pathologische Veränderungen der Kieferhöhle nachweisbar.

XI. LITERATURVERZEICHNIS

1. AMBROSE,J.
Computerized transverse axial scanning(tomography).
Part 2: Clinical applications.
Brit.J.Radiol.46,1023 - 1047 (1973)

2. AMBROSE,J.
Computerized x-ray scanning of the brain.
J.Neurosurg.40,679 - 695 (1974)

3. AMER,A.
Approach to surgical diagnosis of the temporo-mandibular articulation through basic study of the normal.
J.Amer.dent.Ass.45,668 - 678 (1952)

4. AUER,L.,SAGER,W.-D.,OBERBAUER,R. und G.CLARICI
Zur Diagnostik und Verlaufskontrolle bei Patienten mit schwerem Schädelhirntrauma.
In: Computertomographie
Hrsg. von SAGER,W.-D. und G.LADURNER
S. 33 - 37
Stuttgart: Thieme - Verlag (1979)

5. BAUTZMANN,H.
Entwicklungsphysiologische Grundlagen zum Verständnis der normalen und abnormalen Entwicklung des Gesichts- und Kieferschädels.
Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschir.6,64 - 76
Hrsg. von K.SCHUCHARDT
Stuttgart: Thieme - Verlag (1960)

6. BEAN,L.R.,PETERSSON,A. and A.SVENSSON
The Transmaxillary Projection in Temporomandibular Joint Radiography.
Dentomaxillofac.Radiol.4,13 - 18(1975)

7. BOCAGE,A.E.M.
Französische Patentschrift Nr. 536.464
(1922)

8. BRILL,N. and G.TRYDE
Physiology of Mandibular Positions.
In: Frontiers of Oral Physiology,Vol.1,199 - 237
Basel:Karger (1974)

9. BROWN,T. and P.S.READE
Temporomandibular joints.Part I.Biological factors related to mandibular movements and positions.
Aust.dent.J. 8, 213 - 220 (1963)

10. CAVALLI-SFORZA,L.
Biometrie - Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik.
Stuttgart:Gustav-Fischer-Verlag (1969)

11. CIESZYNSKI,A.
Zahnärztliche Röntgenologie.
S.129 - 130
Leipzig:Johann-Ambrosius-Barth-Verlag,2.Auflage (1926)

12. CLARK,R.K.F. and B.D.WYKE
Temporomandibular Arthrokinetic Reflex Contrl of the Mandibular Musculature.
J.oral Surg. 13, 196 - 202 (1975)

13. CLEMENTSCHITSCH,F.
Mitteilung einer symmetrischen Aufnahme beider Kiefergelenke in posterior-anteriorer Richtung.
Z.Stomat. 39, 877 - 882 (1941)

14. CLEMENTSCHITSCH,F.
Über die Röntgenologie des Kiefergelenkes.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschirurg. VI: 46 - 63
Hrsg. von K.SCHUCHARDT
Stuttgart:Thieme-Verlag (1960)

15. CORMACK,A.M.
Representation of a function by its line integrals with some radiological applications.
J.appl.Phys. 34. 2722 - 2731 (1963)

16. CRADDOCK,F.W.
Radiography of the Temporomandibular Joint.
J.dent.Res. 32, 304 - 321 (1953)

17. DRUM,W.
Über Parafunktionen,insbesondere über die unbewußte (Karolyi-) Parafunktion des Gebisses.
Zahnärztl.Rdsch. 59, 257 - 267 und 287 - 296 (1950)

18. DRUM,W.
Neue Wege in der sozialen Prothetik.
Zahnärztl.Mitt. 48, 10 - 13 und 44 - 48 (1960)

19. ECKERDAL,O.
Hypozykloidale Tomographie des Kiefergelenkbereiches.
Dtsch.zahnärztl.Z. 34, 433 - 436 (1979)

20. EGLI,U.
Kiefergelenkröntgenbilder in seitlicher Projektion, eine Technik für die tägliche Praxis.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 82, 380 - 389 (1972)

21. ENGELBERGER,A.,RATEITSCHAK,K.H. und H.R.MÜHLEMANN
Diagnostik und Therapie der funktionellen Störungen im Kausystem.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 70, 586 - 623 (1960)

22. ESCHLER,J.
Mandibulo-motorische Koordinationsstörungen als Ursache funktioneller Kiefergelenkserkrankungen und deren Therapie.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschirurg.,VI, 64 - 76
Hrsg. von K.SCHUCHARDT
Stuttgart: Thieme-Verlag (1960)

23. ESCHLER,J.
Bruxism and Function of the Masticatory Muscles.
Parodontologie 15, 109 -118 (1961)

24. ESCHLER,J.
Form und Funktion im Kausystem.
Fortschr.Kieferorthop. 24, 247-265 (1963)

25. ESCHLER,J.
Zur Physiologie und Pathologie der Ruhelage des Unterkiefers.
Fortschr.Kieferorthop.26, 31 - 42 (1965)

26. EWEN,K.
Ergebnisse von Dosismessungen an Patienten und beruflich strahlenexponierten Personen.
Radiol.diagn.20, 647 - 654 (1979)

27. FAIVOVICH,G. and K.-A.OMNELL
Axial Tomography of the Temporomandibular Joint using Hypocycloidal Movement of Tube and Film.
Dentomaxillofac.Radiol. 6, 7 - 16 (1977)

28. FELIX,R. und B.RAMM
Das Röntgenbild.
S.190 - 201
Stuttgart: Thieme-Verlag (1980)

29. FISCHER,H.
Form und Funktion.
Fortschr.Kieferorthop. 24, 241 - 246 (1963)

30. FREITAG,V. und M.OESER
Die Darstellung der Kiefergelenke auf Panoramaübersichtsaufnahmen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 537 - 541 (1977)

31. FRENKEL,G.
Studien über den Discus articularis des Kiefergelenks unter normalen und pathologischen Bedingungen und deren praktische Konsequenzen.
Med.Habilschrift Berlin (1963)

32. FRÖHLICH,E.
Die Parafunktionen,Symptomatologie,Ätiologie und Therapie.
Dtsch.zahnärztl.Z. 21, 536 - 547 (1966)

33. FRÖHLICH,E. und E.KÖRBER
Die Planung der prothetischen Versorgung des Lückengebisses.
München,Carl Hanser-Verlag (1970)

34. GAUSCH,K. und S.KULMER
Die therapeutische Position des Unterkiefer.
Dtsch.zahnärztl.Z. 31, 717 - 720 (1976)

35. GÄRTNER,F.
Die Tomographie der Kiefergelenkköpfchen in axialer, sagittaler Projektion.
Dtsch.zahnärztl.Z. 27, 905 - 908 (1972)

36. GEBRANDE,R.
Exzessive Schlifflächen,exzentrische Okklusion und ihr Einfluß auf das Bewegungsmuster des Unterkiefers.
Med. Diss. Tübingen (1973)

37. GEERING,A.
Beurteilung und Interpretation von Kiefergelenkröntgenbildern.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 85, 385 - 398 (1975)

38. GERBER,A.
Okklusionslehre,Okklusionsdiagnostik und Okklusionsbehandlung im Wandel unserer Aspekte.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 80, 447 - 470 (1970)

39. GERBER,A.
Kiefergelenk und Zahnokklusion.
Dtsch.zahnärztl.Z. 26, 119 - 141 (1971)

40. GERBER,A.
Funktionen und Funktionsstörungen im Kausystem.
In: GERBER,A.,Okklusion und Kiefergelenk.S. 18 - 24.
Kursschrift SSO-Fortbildungskurs Bern.
Zürich:Zahnärztliches Institut der Universität Zürich.
(1973)

41. GERBER,A.
Okklusion,Kaudynamik und Kiefergelenk in der europäischen Forschung und Prothetik.
In: Europäische Prothetik heute.
Hrsg. von SCHÖN,F. und F.SINGER,S.139 - 167
Berlin:Verlag "Die Quintessenz" (1978)

42. GRABBE,E.,HELLER,M. und W.BÖCKER
Computertomographie bei Weichteilsarkomen.
Fortschr.Röntgenstr. 131, 372 - 378 (1979)

43. GRABER,G.
Psychisch'motivierte Parafunktionen auf Grund von Aggressionen und Myoarthropathien des Kauorgans.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 81, 713 - 718 (1971a)

44. GRABER,G.
Neurologische und psychosomatische Aspekte der Myoarthropathien des Kauorgans.
Zahnärztl.Rdsch. 80, 997 - 1000 (1971b)

45. GRABER,G.
Die Myoarthropathien des Kauorgans.
Habilitationsschrift Basel (1972)

46. GRABER,G.
Psychomotorik und fronto-lateraler Bruxismus.
Dtsch.zahnärztl.Z. 35, 592 - 594 (1980)

47. GRAUL,E.H. und G.MARISS
Computertomographie
Grundlagen.Klinische Anwendung.Entwicklungstendenzen.
Therapiewoche 30, 2963 (1980)

48. GRIFFIN,C.J. and H.SPAIN
Organization and Vasculature of Human Periodontal Ligament Mechanoreceptors.
Arch.oral Biol. 17, 913 - 921 (1972)

49. GRUMME,Th. und W.LANKSCH
Die radiologische Diagnostik von Schädelhirntraumen.
In: Computertomographie,S.24 - 33
Hrsg. von SAGER,W.-D. und G.LADURNER
Stuttgart: Thieme-Verlag (1979)

50. HANSSON,T.,ÖBERG,T.,CARLSSON,G.E. and S.KOPP
Thickness of the soft tissue layers and the articular disk in the temporomandibular joint.
Acta odont.scand. 35, 77 - 83 (1977)

51. HANSSON,T. and B.NORDSTRÖM
Thickness of the soft tissue layers and articular disk in temporomandibular joints with deviation in form.
Acta odont.scand. 35, 281 - 288 (1977)

52. HAUENSTEIN,H.,MÖDDER,U.,PAPE,H.D. und G.FRIEDMANN
Computertomographische Untersuchungen bei Tumoren im Mund-Kiefer-Gesichts-Bereich.
Dtsch.Z.Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 2, 23 - 29 (1978)

53. HAUSSER,E.
Die röntgenologische Untersuchung des Kiefergelenks.
Zahn-,Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen,Heft 6: Erkrankungen des Kiefergelenks,Kiefercysten und Nebenhöhlenerkrankungen.
München: Carl Hanser-Verlag (1951)

54. HÄRLE,F.
Strukturanalyse des Kiefergelenkköpfchens.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschir. XXV, 62 - 63
Hrsg. von SCHUCHARDT,K. und N.SCHWENZER
Stuttgart-New York: Thieme-Verlag (1980)

55. HERMES,K.-P.
Exzentrische Schlifflächen und interokklusale Seitenzahnbeziehung unter Berücksichtigung der Kiefergelenke. Untersuchungen an mazerierten Schädeln.
Med. Dissertation Tübingen (1978)

56. HIELSCHER,W.
Ein Beitrag zur Diagnostik der Kiefergelenke.
Dtsch.zahnärztl.Z. 15, 1259 - 1265 (1960a)

57. HIELSCHER,W.
Ein Beitrag zur Diagnostik der Kiefergelenke.
Dtsch.zahnärztl.Z. 15, 1327 - 1337 (1960b)

58. HIELSCHER,W.
Über die Diagnostik der funktionsbedingten Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch.Zahn-,Mund- u.Kieferheilk. 37, 251 - 269 (1962)

59. HJORTSJÖ,C.H.
Anatomie und Physiologie des Kiefergelenks.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschir. VI, 16 - 27
Hrsg. von K.SCHUCHARDT
Stuttgart: Thieme-Verlag(1960)

60. HOUNSFIELD,G.N.
A method and apparatus for examination of a body by radiation such as X or gamma-radiation.
EMI-Ltd.Application filed 8.
(1968)

61. HOUNSFIELD,G.N.,AMBROSE,J.,PERRY,J. and C.BRIDGES
Computerized transverse axial scanning.Part I: Description of system.
Brit.J.Radiol. 46, 1016 -1022 (1973)

62. HROMADA,J.
Die Innervation des Kiefergelenks und einige anatomisch-klinische Bemerkungen.
Dtsch.Zahn-,Mund- u.Kieferheilk. 34, 19 - 28 (1960)

63. HUPFAUF,L.
Symptomatik und Genese chronischer Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 18, 225 - 235 (1963)

64. HUPFAUF,L.
Untersuchung und Diagnostik bei funktionellen Erkrankungen des Gebisses und Bewegungsapparates.
Dtsch.zahnärztl.Z. 21, 1285 - 1292 (1966)

65. HUPFAUF,L.
Die Ätiologie motorischer Unarten bei Kiefergelenkbeschwerden.
Fortschr.Kieferorthop. 28, 53 - 56 (1967)

66. JACOBS,H.G.
Die exzentrische Orthopantomographie der Kiefergelenkregion als zusätzliche Orientierungsmöglichkeit in der Traumatologie.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 391 - 395 (1977)

67. JANKELSON,B.,HOFFMANN,G.M. and J.A.HENDRON
The physiology of the stomatognathic system
J.Amer.dent.Ass. 46, 375 - 386 (1953)

68. JOHNSTON,M.C.
A Radioautographic Study of the Migration and Fate of Cranial Neural Crest Cells in the Chick Embryo.
Anat.Rec. 156, 143 - 156 (1966)

69. KAWAMURA,Y. and T.MAJIMA
Temporomandibular-Joint's Sensory Mechanisms Controlling Activities of the Jaw Muscles.
J.dent.Res. 43, 150 (1964)

70. KAWAMURA,Y.
Neurophysiologic Background of Occlusion.
Periodontics 5, 175 -183 (1967)

71. KAWAMURA,Y.,MAJIMA,T. and I.KATO
Physiologic role of deep Mechanoreceptor in Temporomandibular Joint Capsule.
J.Osaka Univ.Dent.School 7, 63 - 76 (1967)

72. KLEINROK,M. und E.KOBYLECKA
Typisierung von Röntgenbefunden des Kiefergelenks bei Patienten mit funktionell bedingten Myoarthropathien.
Dtsch.zahnärztl.Z. 33, 154 - 157 (1978)

73. KRASZNAY v.A. und S.KULMER
Kausystem und psychische Überlastung.
Zahnärztl.Rdsch. 83, 528 - 530 (1974)

74. KRAUSS,O. und H.SCHUMACHER
Patientendosis bei der Ganzkörper-Computertomographie.
Vortrag anläßlich der 7.Wissenschaftlichen Tagung der Deutschen Gesellschaft für medizinische Physik vom 5.-7.Mai in Heidelberg.
Nachdruck des Manuskripts für Siemens "CT-News", Juni 1976.

75. KUBEIN,D.,STACHNISS,V.,JÄHNIG,A. und W.KRÜGER
Ist das schräglaterale Kiefergelenk-Röntgenbild wie ein sagittaler Gelenkschnitt zu interpretieren?
Dtsch.zahnärztl.Z. 35, 628 - 630 (1980)

76. KUNDERT,M.
Zum Aussagewert des Kiefergelenkröntgenbildes nach Schüller für die gelenkbezogene Okklusionsdiagnostik.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 86, 393 - 412 (1976)

77. KUNDERT,M. und PALLA,S.
Deutung und Fehldeutung in der okklusionsdiagnostischen Kiefergelenkradiologie.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 87, 465 - 481 (1977)

78. LANGEN,D.
Die orofacialen Dyskinesien in medizinisch-psychologischer Sicht.
Zahnärztl.Rdsch. 89, 50 - 53 (1980)

79. LANKSCH,W.,GRUMME,Th. und E.KAZNER
Schädelhirnverletzungen im Computertomogramm.
I.Grundlagen der computertomographischen Diagnostik.
Berlin-Heidelberg-New York:Springer (1978)

80. LEIBENZEDER,B.
Ein Beitrag zur Reproduzierbarkeit von Kiefergelenkröntgenbildern.
Med. Dissertation Erlangen (1971)

81. LINDBLOM,G.
Technique for roentgen-photographic registration of the different condyle positions in the temporomandibular joint.
Dent.Cosm. 78, 1227 - 1235 (1936)

82. LINDBLOM,G.
On the anatomy and function of the temporomandibular joint.
Acta odont.scand. 17,Suppl. (1960)

83. LINDNER,A.
Statistische Methoden.
4.Auflage
Basel-Stuttgart:Birkhäuser-Verlag (1964)

84. LINKE,G.,PAULI,K. und M.PFEILER
Zur Strahlenbelastung des Patienten bei der Computertomographie.
Electromedica 1, 15 - 18 (1976)

85. LOHKAMP,F. und C.CLAUSSEN
Computer-Tomographie des Gesichtsschädels.
Fortschr.Röntgenstr. 126, 292 - 299,513 - 520 (1977)

86. MARKOVIC,M.A. and H.M.ROSENBERG
Tomographic evaluation of 100 patients with temporomandibular joint symptoms.
J.oral Surg. 42, 838 - 846 (1976)

87. MASDEN,J.C.,AZAR-KIA,B. and F.A.RUBINO
Evaluation of the recent cerebral infarction by computerized tomography.
Arch.Neurol. 34, 417 - 421 (1977)

88. MATHIS,H. und F.HAMMER
Über die Möglichkeiten der Tomographie in der Stomatologie.
Z.Stomat. 39, 749 - 779 (1941)

89. MELLMANN,J. und F.SCHMID
Röntgenbefunde am menschlichen Kiefergelenk.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschir. XXV, 24 -26
Hrsg.von SCHUCHARDT,K. und N.SCHWENZER
Stuttgart-New York: Thieme-Verlag (1980)

90. MOFFET,B.C.
The prenatal Development of the Human Temporomandibular Joint.
Contr.to Embryol. 36, 21 - 28 (1957)

91. MOTSCH,A.
Funktionsbedingte Kiefergelenkerkrankungen und ihre Behandlung: Erkennen - Diagnostizieren - Behandeln.
In: Kiefergelenk und Okklusion,S.111 - 141
Hrsg. von DRÜCKE,W. und B.KLEMT
Berlin-Chicago-Tokio: Quintessenzverlag (1980)

92. MÖDDER,U.,FRIEDMANN,G.,GODE,A. und K.G.ROSE
Computertomographie des Gesichtsschädels und des pharyngealen Raums.
Fortschr.Röntgenstr. 131, 249 - 255 (1979)

93. MUNRO,R.R.
Electromyography of the Masseter and Anterior Temporalis Muscles in Subjects with Potential Temporomandibular Joint Dysfunction.
Aust.dent.J. 17, 209 - 221 (1972)

94. MÜHLBRADT,L.
Neurophysiologische Methoden und Untersuchungen zu Rezeptorfunktionen an Implantaten.
Dtsch.zahnärztl.Z. 33, 363 - 364 (1978)

95. MÜLLER,J.
Die horizontale Asymmetrie der Kiefergelenke.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 64,85 - 133 (1934)

96. NADLER,S.C.
Bruxism,a classification: critical review.
J.Amer.dent.Ass. 54, 615 - 622 (1957)

97. NIENDORF,H.P.,BÜLL,U.,KAZNER,E.,LANKSCH,W.,STEINHOFF,W. und H.GAHR
Wertigkeit der Serienszintigraphie mit ^{99m}Tc-Pertechnetat im Vergleich zur axialen Computer-Tomographie in der Diagnostik von Hirntumoren.
Fortschr.Röntgenstr. 126, 299 - 306 (1977)

98. OSBORN,A.G. and R.E.ANDERSON
Direct sagittal computed tomography scans of the face and paranasal sinuses.
Radiology 129, 81 - 86 (1978)

99. PALLA,S.
Die Beurteilung des Kiefergelenkraums bezüglich Breite und Kompressibilität.
In: GERBER,A.:Okklusion und Kiefergelenk,S.95 -98.
Kursschrift SSO-Fortbildungskurs Bern.
Zürich:Zahnärztliches Institut der Universität Zürich.
(1973)

100. PALLA,S.
Eine Mittelwertprojektion für Kiefergelenkaufnahmen in schräg-lateraler Projektion.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 86, 1207 - 1226 (1976)

101. PALLA,S.
Eine Studie über die Kondylenposition im Röntgenbild.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 87, 304 - 309 (1977)

102. PARMA,C.
Zahnärztliche Röntgendiagnostik.
Berlin-Wien: Urban und Schwarzenberg (1929)

103. PARMA,C.
Röntgenographie der Zähne und der Kiefer.
Berlin-Wien: Urban und Schwarzenberg (1937)

104. PAUWELS,F.
Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates.
Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag (1965)

105. PAUWELS,F.
Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte.
Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag (1973)

106. PAYNE,J.Th.
CT Performance Evaluation.
Midwest Radiation Consultants,9/19 (1979)

107. PETRILLI,A.
Tomography of the Temporomandibular Joint.
J.Amer.dent.Ass. 26, 218 - 224 (1939)

108. PIEPGRAS,U.
Neuroradiologie.
S.135 - 149
Stuttgart: Thieme-Verlag (1977)

109. PORDES,F.
Röntgenaufnahme des Kiefergelenks in rein frontaler Richtung.
Öst.Z.Stomat. 14, 165 - 168 (1916)

110. PORTES,F.
Französische Patentschrift Nr.541.941.
(1922)

111. PUFF,A.
Zur funktionellen Anatomie des Kiefergelenks.
Dtsch.zahnärztl.Z. 18, 1385 -1392 (1963)

112. PUFF,A.
Die funktionelle Bedeutung des Kiefergelenks im orofacialen System.
Dtsch.Stomat. 18, 141 - 147 (1968)

113. RAMFJORD,S.P.
Bruxism,a clinical and electromyographic study.
J.Amer.dent.Ass. 62, 21 - 45 (1961)

114. RAMFJORD,S.P. and M.ASH
Physiologie und Therapie der Okklusion.
Berlin: Verlag "Die Quintessenz" (1968)

115. RATEITSCHAK,K.H.,FISTAROL,A.F. und H.F.WOLF
Parafunktionen.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 76, 289 - 309 (1966)

116. RATEITSCHAK,K.H.,RENGGLI,H.H. und H.R.MÜHLEMANN
Parodontologie.
2.Auflage
Stuttgart: Thieme-Verlag (1978)

117. REISNER,K. und J.GOSEPATH
Tomographie des Schädels.
S.1-12;13-17;107-109
Stuttgart: Thieme-Verlag (1973)

118. ROTTKE,B. und A.FUHRMANN
Fortschritte und Probleme in der Röntgendiagnostik des Kiefergelenks.
In: Fortschr.Kiefer- u.Gesichtschir. XXV, 21 - 23
Hrsg.von SCHUCHARDT,K. und N.SCHWENZER
Stuttgart-New York: Thieme-Verlag (1980)

119. ROZENCWEIG,D. and G.MARTIN
Selective tomography of the TMJ and the myofacial pain-dysfunction syndrome.
J.prosth.Dent. 40, 67 - 73 (1978)

120. SACHS,L.
Statistische Auswertemethoden.
Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag (1968)

121. SCHÄRER,P.
Bruxism.
In: Kawamura,Y.: Physiology of Mastication.Frontiers of Oral Physiology.
Basel: Karger (1974)

122. SCHMITT,W.G.H. und K.H.HÜBENER
Möglichkeiten und Grenzen computertomographischer "Dichte"-Messung(Densitometrie)Was bedeuten die Hounsfield-Einheiten?
Krankenhausarzt 52, 925 - 931 (1979)

123. SCHULTE,W.
Knirschen und Pressen im vollbezahnten Gebiß - zugleich ein Beitrag zur Therapie der parafunktionell bedingten Kiefergelenkserkrankungen und zur Messung der Kaumuskeltätigkeit.
Dtsch.zahnärztl.Z. 21, 112 - 117 (1966)

124. SCHULTE,W.
Die Muskelentspannung zur Therapie der Arthropathien des Kiefergelenks - zugleich ein Beitrag zur Steuerung des muskulo-mandibulären Bewegungssystems.
Dtsch.zahnärztl.Z. 22, 858 - 873 (1967)

125. SCHULTE,W.
Zur funktionellen Behandlung der Myo-Arthropathien des Kauorgans: ein diagnostisches und physiotherapeutisches Programm.
Dtsch.zahnärztl.Z. 25, 422 - 449 (1970)

126. SCHULTE,W.
Gezielte Funktionsanalyse und Physio-Therapie-Erfahrungen bei 442 Patienten mit Myoarthropathien.
Dtsch.zahnärztl.Z. 27, 779 - 795 (1972 a)

127. SCHULTE,W.
Okklusionsstörungen,Kaumuskulatur und Kiefergelenke.
Referat nach einem Vortrag auf dem 4.Europ.Zahnärztl. Fortbildungskongress Davos 1972.
Der Freie Zahnarzt 16, 17 - 25 (1972 b)

128. SCHULTE,W.
Chirurgische und parodontologische Gesichtspunkte zur Differentialdiagnose bei Funktionsanalysen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 74 - 80 (1977)

129. SCHULTE,W.
Die Wirkung und Indikation der Aufbißbehelfe in Abhängigkeit vom Typ der Myoarthropathie.
Dtsch.zahnärztl.Z. 35, 602 - 607 (1980)

130. SCHULTE,W.
Kiefergelenkerkrankungen und Funktionsstörungen.
In: Zahn-,Mund-Kieferheilkunde,Band 2,S.118 - 195.
Hrsg. von SCHWENZER,N. und G.GRIMM
Stuttgart-New York: Thieme-Verlag (1981)

131. SCHÜLLER,A.
Die Schädelbasis im Röntgenbild.
Hamburg: Gräge u.Sillem (1905)

132. SCHWENZER,N.
Grundlagen der Kieferbruchbehandlung.
Köln: Deutscher Ärzte-Verlag (1977)

133. SETZ,D. und G.SCHOLZ
Möglichkeiten und Grenzen der Tomographie zur Diagnose von Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 20, 460 - 464 (1965)

134. SHORE,N.A.
Roentgenography of the Temporomandibular Joint.
In: Occlusal Equilibration and Temporomandibular Joint Dysfunction.S.180 - 200.
Philadelphia: Lippincott Company (1959)

135. STACHNISS,V.,KUBEIN,D.,KRÜGER,W. und A.JÄHNIG
Zur Frage der metrischen Auswertbarkeit von Lageveränderungen des Kondylus im Kiefergelenkröntgenbild.
Zahnärztl.Welt 88, 416 - 421 (1979 a)

136. STACHNISS,V.,KUBEIN,D. und W.KRÜGER
Experimentelle Untersuchung zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkes.
Zahnärztl.Welt 88, 153 - 159 (1979 b)

137. STACHNISS,V.,KUBEIN,D.,KRÜGER,W. und A.JÄHNIG
Analyse der Projektionsphänomene im Kiefergelenkröntgenbild.
Dtsch.zahnärztl.Z. 35, 624 - 627 (1980)

138. STEINHARDT,G.
Die praktische Bedeutung der Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkbereiches.
Dtsch.zahnärztl.Z. 10, 549 - 554 (1955)

139. STOETER,P. und M.SCHUMACHER
Diagnostische Vorteile der kippbaren Abtasteinheit (Gantry) bei der Schädelcomputertomographie.
Röntgenpraxis 33, 79 - 87 (1980)

140. TERRAHE,K.
Schwindel und Gleichgewichtsstörungen beim oberen Zervikalsyndrom.
Therapiewoche 29, 1392 - 1396 (1979)

141. THANABHUMI,Ch.
Zur Morphologie des menschlichen Kiefergelenks.
Med. Dissertation Tübingen (1964)

142. THILANDER,B.
Innervation of the Temporomandibular Disc in Man.
Acta odont.scand. 22, 151 - 156 (1964)

143. TÖRÖK,Au.v.
Über die Stellung der Längenaxen der Gelenkköpfe beim menschlichen Unterkiefer.
Z.Morphol.u.Anthropologie,Bd.1,S.379 - 450 (1899)

144. TVEITO,L.
Die transantrale Kiefergelenkprojektion - eine Ergänzung der transversalen Projektionen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 583 - 587 (1977)

145. UPDEGRAVE,W.J.
Radiography of the Temporomandibular Joints.
In: Proceedings of III.Int.Congress of Maxillofacial Radiology.
Edited by: Fujiki,Y.,Fuchikata,H. and T.Wada.
Tokyo: Japan Science Press (1974)

146. VOGLER,E.
Computertomographie - Symposium Graz 1978 (Vorwort)
Hrsg. von SAGER,W.-D. und G.LADURNER
Stuttgart: Thieme-Verlag (1979)

147. WEGENER,O.-H.,BALAN,E.-H. und J.BIER
Das Computertomogramm zur Beurteilung des Kiefergelenkes.
Dtsch.Z.Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 2, 30 - 35 (1978)

148. WEINBERG,L.A.
What we really see on a TMJ Radiograph.
J.prosth.Dent. 30, 898 - 913 (1973)

133. SETZ,D. und G.SCHOLZ
Möglichkeiten und Grenzen der Tomographie zur Diagnose von Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 20, 460 - 464 (1965)

134. SHORE,N.A.
Roentgenography of the Temporomandibular Joint.
In: Occlusal Equilibration and Temporomandibular Joint Dysfunction.S.180 - 200.
Philadelphia: Lippincott Company (1959)

135. STACHNISS,V.,KUBEIN,D.,KRÜGER,W. und A.JÄHNIG
Zur Frage der metrischen Auswertbarkeit von Lageveränderungen des Kondylus im Kiefergelenkröntgenbild.
Zahnärztl.Welt 88, 416 - 421 (1979 a)

136. STACHNISS,V.,KUBEIN,D. und W.KRÜGER
Experimentelle Untersuchung zur röntgenologischen Darstellung des Kiefergelenkes.
Zahnärztl.Welt 88, 153 - 159 (1979 b)

137. STACHNISS,V.,KUBEIN,D.,KRÜGER,W. und A.JÄHNIG
Analyse der Projektionsphänomene im Kiefergelenkröntgenbild.
Dtsch.zahnärztl.Z. 35, 624 - 627 (1980)

138. STEINHARDT,G.
Die praktische Bedeutung der Röntgenaufnahmen des Kiefergelenkbereiches.
Dtsch.zahnärztl.Z. 10, 549 - 554 (1955)

139. STOETER,P. und M.SCHUMACHER
Diagnostische Vorteile der kippbaren Abtasteinheit (Gantry) bei der Schädelcomputertomographie.
Röntgenpraxis 33, 79 - 87 (1980)

140. TERRAHE,K.
Schwindel und Gleichgewichtsstörungen beim oberen Zervikalsyndrom.
Therapiewoche 29, 1392 - 1396 (1979)

141. THANABHUMI,Ch.
Zur Morphologie des menschlichen Kiefergelenks.
Med. Dissertation Tübingen (1964)

142. THILANDER,B.
Innervation of the Temporomandibular Disc in Man.
Acta odont.scand. 22, 151 - 156 (1964)

143. TÖRÖK,Au.v.
Über die Stellung der Längenaxen der Gelenkköpfe beim menschlichen Unterkiefer.
Z.Morphol.u.Anthropologie,Bd.1,S.379 - 450 (1899)

144. TVEITO,L.
Die transantrale Kiefergelenkprojektion - eine Ergänzung der transversalen Projektionen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 32, 583 - 587 (1977)

145. UPDEGRAVE,W.J.
Radiography of the Temporomandibular Joints.
In: Proceedings of III.Int.Congress of Maxillofacial Radiology.
Edited by: Fujiki,Y.,Fuchikata,H. and T.Wada.
Tokyo: Japan Science Press (1974)

146. VOGLER,E.
Computertomographie - Symposium Graz 1978 (Vorwort)
Hrsg. von SAGER,W.-D. und G.LADURNER
Stuttgart: Thieme-Verlag (1979)

147. WEGENER,O.-H.,BALAN,E.-H. und J.BIER
Das Computertomogramm zur Beurteilung des Kiefergelenkes.
Dtsch.Z.Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 2, 30 - 35 (1978)

148. WEINBERG,L.A.
What we really see on a TMJ Radiograph.
J.prosth.Dent. 30, 898 - 913 (1973)

149. WEINBERG,L.A.
An evaluation of asymmetry in TMJ radiographs.
J.prosth.Dent. 40, 315 - 323 (1978)

150. WENDE,S.,KAZNER,E. und Th.GRUMME
Die radiologische Diagnostik von Läsionen der Schädelbasis,der hinteren Schädelgrube und der Orbita.
In: Computertomographie
Hrsg. von SAGER,W.-D. und G.LADURNER,S.13 - 21
Stuttgart: Thieme-Verlag (1979)

151. WYKE,B.D.,GREENFIELD,B.E. and I.J.KLINEBERG
Mechanoreceptor Reflex Innervation of the Temporomandibular Joints.
In: Morphology of the Maxillo-Mandibular Apparatus.
Edited by G.H.Schumacher,138 - 146
Leipzig: Thieme-Verlag (1972)

152. YALE,S.H.,CEBALLOS,M.,KRESNOFF,Ch.S. and J.D.HAUPTFUEHRER
Some observations on the classification of mandibular condyle types.
Oral Surg. 16, 572 - 577 (1963)

153. YALE,S.H.,ALLISON,B.D. and J.D.HAUPTFUEHRER
An epidemiological assessment of mandibular condyle morphology.
Oral Surg. 21, 169 - 177 (1966)

154. YALE,S.H.
Radiographic evaluation of the temporomandibular joint.
J.Amer.dent.Ass. 79, 102 - 107 (1969)

155. ZIMMER,E.A.
Die Röntgenologie des Kiefergelenks.
Schw.Mschr.Zahnheilk. 51, 949 - 983 (1941)

XII. LEBENSLAUF

Am 11.Mai 1952	wurde ich, Alfons Bernhard Hüls, als Sohn des Stadtkämmerers Walter Hüls und seiner Ehefrau Annemarie Hüls, geb. Geerling, in Wesel/Rh. geboren.
Von 1958 - 1962	war ich Schüler der Volksschule an der Martinistraße.
Von Ostern 1962	an besuchte ich das Staatliche Humanistische Gymnasium in Wesel, wo ich
am 15.Juni 1970	die Reifeprüfung bestand.
Am 9.Oktober 1970	wurde ich an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen für das Fach Zahnmedizin immatrikuliert.
Am 7.Oktober 1971	legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnärzte ab.
Am 4.April 1973	bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und nahm zusätzlich das Studium der Medizin auf.
Am 21.März 1975	legte ich die ärztliche Vorprüfung ab,
am 16.Juni 1976	die zahnärztliche Prüfung und
am 25.Oktober 1979	die ärztliche Prüfung.
1977 - 1978	absolvierte ich eine zusätzliche Ausbildung in Sportmedizin.
1980	beschäftigte ich mich ausschließlich mit meiner zahnärztlichen Dissertation.
Am 1.Februar 1981	trete ich eine Stelle als Assistenzarzt in der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Bundeswehrkrankenhauses in Ulm an.

Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bedanke ich mich herzlich bei Herrn Professor Dr. W.Schulte.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Professor Dr. K.Voigt,Herrn Dipl.-Ing. Petersilka,Herrn Nestele,Frl.Klaus und Herrn H.Resch für seine Mithilfe bei den fotographischen Aufnahmen.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145